www.radio.ru

2•2016



РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ



23 февраля ДЕНЬ ЗАЩИТНИКА ОТЕЧЕСТВА

Лабораторный блок питания с функцией зарядного устройства



- Испытатель стабилитронов
- Частотомер до 1250 МГц
- Цифровой радиоканал
- Управляем положением автокресла

...и ещё 18 конструкций

2
2016

На выставке "Российский Hi-End 2015"

О. ШАМАНКОВ, г. Москва

(см. статью на с. 7)



Акустические системы "Торнадо" с фазоинвертором.

В этот раз о прошедшей в Москве выставке мы предложили рассказать, пожалуй, самому увлечённому участнику, которому в течение нескольких дней удалось оценить достоинства многих экспонатов в звучании при разных акустических условиях, ощутить дружественную и благоприятную атмосферу общения участников и посетителей выставки.

Одно из достоинств выставки, прошедшей 20—23 ноября 2015 г. в Конгресс-центре МТУСИ, — возможность пообщаться с авторами проектов, задать им вопросы и получить развёрнутые ответы. Поэтому можно уверенно сказать — по сравнению с прошлым годом заметно повысился качественный уровень исполнения конструкций, а звучание многих акустических систем с представленными в экспозиции усилителями стало явно лучше. Некоторые изделия просто поражают воображение — функциональность и эстетичность, изящество отделки корпусов, дистанционное и микропроцессорное управление.

Собрались любители "винила".



Акустические системы Александра Буткарёва.



Новый усилитель Александра Трусова.



Ниточный подвес тонарма.



"Реплики" Олега Разина в стиле "ретро".

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Маломощный лабораторный блок питания (см. статью на с. 20).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

РЕДАКТОР РАСТРОВЫХ ШРИФТОВ
СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ В МУЛЬТИМЕТРЕ
ЭМУЛЯТОР ЛАМПОВОГО ЗВУЧАНИЯ
АВТОМАТ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ВИДЕОКАМЕР В АВТОМОБИЛЕ

Тираж журнала «Радио» № 1 сдан для рассылки подписчикам 13.01.2016 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 15.01.2016 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 15-01-00071.

Программно-определяемое окружение

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Факт, что вы можете предсказать определённые вещи, имеет очень маленькое значение, если не считать, что мы можем что-то получить от предсказания".

***Дэвид Д. Бом,** физик*

Бывает так, что какие-нибудь волхвы либо астрономы с нетерпением ждут появление новой звезды, а её всё нет и нет. И вдруг — вот она... Сразу же идут всевозможные предсказания от прогнозов на урожай до появления мессии. Впрочем, то, что этого не было видно раньше, отнюдь не означает, что его вообще не было. Просто возникшие однажды и постоянно усиливающиеся аналогии развития современных ИКТ-технологий с повседневной реальностью способны в один прекрасный момент поменять даже целое миропонимание.

В протекающем ныне бурном процессе цифровизации сетей относительно недавно появился термин SDE (Software-Defined Everything). Ещё одно название — SDx, что можно перевести как "программно-определяемое всё". И это обозначает сегодня гораздо больше, чем это могло показаться ещё вчера. Дело не только в том, что всего лишь тремя словами он описывает концепцию будущего (полностью цифровизированного) телекома, но и в том, что он обозначает среду для виртуализации всего и вся. Причём среду, текущее развитие которой имеет взрывной характер. Можно сформулировать это и по-другому: всевозможная виртуализация всего и вся превращается в "программно-определяемое всё". На страницах журнала уже рассказывалось кое-что о программно-определяемых сетях (Software-Defined Networks), системах хранения данных SDS (Software-Defined Storage), а также центрах обработки данных или ЦОДах (SDDC — Software-Defined Data Centre). Одно из их главных отличий программно-определяемых решений — отсутствие жёсткой зависимости от конкретного изготовителя или поставщика, что, к примеру, всегда являлось проблемой для управления в сетях связи или в хранилищах данных, построенных на оборудовании разных поставщиков.

В конце концов эта проблема всем надоела, потому что стала выступать откровенным тормозом в процессе развития гибкости и функциональности и сетей связи, и хранилищ данных в условиях стремительного роста трафика, и объёмов данных. Кстати, "облака" с уже появившимися услугами в лице "ПО как сервис" (SaaS — Software-as-a-Service), "инфраструктура как сервис" (IaaS — Infrastructure-as-a-service) и "платформа как сервис" (PaaS — Platform-as-a-Service) являются естественным предшественником и, разумеется, необходимым условием для появления SDE.

Приведённый выше в лице SDE всеобъемлющий термин, описывающий переход от физических аппаратных элементов управления в ЦОДах к специализированному ПО, позволяет производить мониторинг и управление всеми ИКТ-составляющими сетей связи (для начала корпоративных). Более того, в SDE каждый элемент инфраструктуры ЦОДа является виртуализированным (т. е. создаётся с помощью специализированного ПО) и поставляется как услуга для пользователей. Таким образом, речь идёт не просто о каких-то технических процессах, служащих для изменения конфигурации сетей или СХД, а о том, что идёт логичный процесс смещения фокуса с "железа" на ПО (здесь можно использовать такую аналогию, как "мускулы" и "мозги"). При этом ПО контролирует и регулирует политику и параметры сетей, ЦОДов и хранилищ данных, что в значительной степени сводит на нет необходимость постоянного мониторинга и ручного изменения конфигурации данных объектов в зависимости от ситуации. Освободившись от оков физической инфраструктуры, контролирующее ПО развивается с постоянно возрастающей скоростью, в то время как основные аппаратные средства остаются или становятся стандартизованными. И это позволяет снижать цены и искоренять диктат поставщиков оборудования.

Специалисты считают, что взрывной характер распространения SDE далеко не случаен, а исторически предопределён, поскольку является логическим следствием всей 70-летней эволюции компьютинга (вычисление, выполняемое на компьютере), начиная с работы The First Draft of a Report on the EDVAC Джона фон Неймана. В ней фон Нейман изложил один, но далеко не единственный, из подходов к распределению функций между аппаратным и программным обеспечением, который получил название "модель фон Неймана". Изложенные там идеи удачно соответствовали техническим возможностям 50-х годов прошлого века, поэтому были беспрекословно приняты мировым сообществом и стали фундаментальной основой всего современного компьютинга. Неймановская модель создавалась исходя из очевидного на тот момент постулата: самое главное и дорогое — это аппаратное обеспечение. Именно оно даёт возможность разместить в памяти и выполнить программу.

Многие годы стоимость ПО была несоизмеримо меньше стоимости оборудования, да и сами программы рассматривались как нечто вторичное. А специальное слово для них — software появилось существенно позже, в 1958 г. (только через 10 лет после появления компьютеров). Да и сами компьютеры называли вначале универсальными вычислительными машинами (general-purpose computer). Под универсальностью тогда понималась возможность устанавливать на одном и том же "железе" совершенно разные программы. В свою очередь, появление термина Software Defined меняет само представление об универсальности, потому что теперь есть возможность выполнять любые программы на любом "железе". Собственно, всё развитие вычислительной техники происходило как движение от "железа" к "софту" через мейнфреймы (от англ. mainframe — большой универсальный высокопроизводительный отказоустойчивый сервер), мини-компьютеры, микропроцессоры, ПК, сеть Интернет и далее к SDS, смартфонам, вплоть до "облаков" и виртуальных устройств. Это объясняется тем, что в период с 1950 г. по 1980 г. развитие рынка определялось исключительно производителями аппаратного обеспечения, и лишь в 80-е ПО становится самостоятельной областью индустрии. А далее постепенно инвестиции в ПО становятся сравнимыми с инвестициями в аппаратное обеспечение и даже больше, пока дело не дошло до виртуализации.

Сегодня рынок виртуализации условно делится на две основные составляющие: виртуализация рабочих мест (VDI — Virtual Desktop Infrastructure) и серверная виртуализация, в которую входят гипервизоры для создания виртуальных машин, различные виртуализационные технологии, а также средства администрирования и управления виртуальными средами. Но уже сейчас заказчики пришли к осознанию того, что виртуализация — это нечто большее, нежели использование виртуальной машины для размещения нескольких систем. Они начинают проявлять интерес к созданию виртуальных сред с виртуальным доступом и управлению ими, а также к виртуализации обработки, хранения данных и сетей. Дело идёт к выделению ресурсов по запросу и к виртуализации сетевых функций (NFV — Network Function Virtualization), когда в "облаке" можно реализовать и соединить виртуальные сетевые элементы, которые будут работать точно так, как и реальная сеть связи. Получается, что будущая модель телекома сводится к соединённым высокопроизводительными линиями связи "облакам", где, в свою очередь, реализуются любые виртуальные "фантазии" сетевых операторов и сервис-провайдеров. С другой стороны, в рамках концепции Software Defined всё сетевое "железо" (как в ЦОДах, так и вне их) постепенно превращается в унифицированные компьютеры, которые могут соединяться друг с другом по стандартным протоколам, а установленное на них ПО может дистанционно превращать их в самые разные виртуальные сетевые элементы (или даже в несколько виртуальных элементов одновременно на одном "железе") или серверы. Что же касается ПО, то оно становится более открытым сторонним пользователям, что позволяет привлекать к его совершенствованию или кастомизации (подстройке под конкретного клиента) отнюдь не только "признанных" поставщиков ПО и оборудования.

Как уже рассказывалось в журнале, в последнее время набирает обороты ИТ-платформа третьего поколения. Первое базировалось на мейнфреймах, второе — на ПК и Интернете. Третье поколение способно обеспечить работу миллионов приложений для миллиардов пользователей, а её аппаратные средства — мобильные устройства. Её драйвером являются четыре тренда современности: социальные сети, "облачные" технологии, Big Data и мобильность как способ существования и доступа к данным. Выход на рынок компаний, соответствующих третьему поколению ИТ, таких как Google, Amazon, Alibaba, требует совершенно иных подходов к ведению бизнеса и использованию программных продуктов. Если для ИТ второго поколения характерно фокусирование на создании идеального, максимально протестированного, законченного продукта, то для работы над приложениями нового поколения активно применяют так называемый метод DevOps (development & operations). В этом случае разработчики тесно сотрудничают со специалистами по информационно-технологическому обслуживанию, что помогает заказчикам быстро создавать и оперативно обновлять ПО и сервисы. Используется также принцип гибкой разработки ПО, позволяющий постоянно управлять его функциональностью. Существует и такой подход, как continuous delivery, обеспечивающий непрерывный доступ к функциям ПО, которые могут быть ограничены, но при этом достижимы в любое время с любого устройства. При совокупном применении указанных подходов получается, что разработка ПО никогда не заканчивается, но все версии продукта, начиная с самых ранних, вполне работоспособны.

В 2015 г. практически все ведущие компании-производители уже демонстрировали возможности виртуализации сетевых функций по всему спектру телекоммуникационных решений: RAN (Radio Access Network), IMS (IP Multimedia Subsystem), EPC (Evolved Packet System) и др. Кстати, будущие сети 5G, которые выйдут на рынок в 2020 г., должны будут подстраиваться под запросы пользователя в каждый конкретный момент, выделяя оптимальные для каждой задачи ресурсы. И основной "фокус" сетей 5G — не только высокая скорость передачи данных, но и гибкость сетевой инфраструктуры. Таким образом, операторский бизнес в телекоме движется к созданию виртуального с точки зрения инфраструктуры предприятия. Кстати, в мае 2015 г. компания EMC представила первое решение с открытым исходным кодом и предложила бесплатную загрузку программно-определяемой системы хранения.

Интересно, что впервые понятие Software Defined появилось в контексте разработки программно-определяемых радиосистем в лице "программно-определяемого радио" SDR (Software-Defined Radio). К SDR принято относить радиосистемы, в которых некоторые или все функции физического уровня реализуются программными средствами и могут быть программно изменены. Это касается рабочего диапазона частот, типа модуляции, выходной мощности и др. Традиционно в радиосистемах функции физического уровня (фильтрация, модуляция/демодуляция, преобразование спектра, усиление сигналов) выполнялись аппаратными методами, и любые изменения в радиосистеме могли быть внесены только непосредственным физическим вмешательством в устройство. Это приводило к высокой стоимости изделий и ограниченности в поддержке нескольких стандартов сигналов. Последние же к началу XXI века стали множиться с пугающей быстротой. Поэтому в какой-то момент легко настраиваемые, более эффективные и дешёвые программно-определяемые радиосистемы, требующие минимум затрат средств и ресурсов, превратились в быстро развивающийся бизнес. Подобные устройства могут иметь несколько режимов работы в различных диапазонах частот и большой набор дополнительных функций за счёт смены ПО. SDR объединяют аппаратные и программные технологии, где все или некоторые из работающих функций настраиваются (изменяются) средствами ПО. Такие устройства обычно могут содержать программируемые логические интегральные схемы (FPGA), цифровые сигнальные процессоры (DSP), процессоры общего применения (GPP), программируемые системы на кристалле (SoC). Использование подобных тех-





нологий позволяет изменять и расширять функциональные возможности радиосистем без аппаратного вмешательства. Впрочем, многое из только что сказанного лишь подтверждает сказанное ещё выше.

Технология SDR используется, в частности, в современных базовых станциях мобильной связи, когда одно и то же устройство может работать во всех стандартах 2G/3G/4G (и уж точно будет использоваться в 5G) и во всех используемых этими сетями полосах радиочастот. В своём развитии SDR распространяется на следующие виды радиооборудования: адаптивное радио (способное улучшать качество передачи), когнитивное радио (самостоятельно выбирающее тактику поведения на основе мониторинга эфира и предустановленных задач) и интеллектуальное радио (когнитивное радио, которое обладает машинным обучением).

Впрочем, SDR лишь только штрих к концепции SDE, причём отнюдь не определяющий. Потому что сначала для SDR надо создать весьма продвинутую радиосистему, а уж потом упражняться на ней с помощью ПО. В свою очередь, понятие SDE получается гораздо шире, потому что позволяет предоставлять "всё как сервис" (EaaS — Everything-as-a-Service) поверх какого-то стандартного "железа". Но разве инженерная мысль должна ограничиваться исключительно рамками информационных коммуникаций? Просто ИКТ-технологии открывают нам новые принципы существования окружающей нас действительности.

Кстати, уже давно перестали быть научной фантастикой виртуальные миры и путешествия и вполне созрели такие сервисы, как "виртуальный мир как услуга" (VWaaS — VirtualWorld-as-a-Service) или "виртуальное путешествие как услуга" (VTaaS — VirtualTravel-as-a-Service). По мнению некоторых авторитетных экспертов и футурологов, виртуальные миры уже в самом ближайшем будущем могут прийти на смену сегодняшним социальным сетям и, вообще, коренным образом изменить принципы человеческого взаимодействия с Интернетом и друг с другом. Если же говорить о виртуальных путешествиях, то сегодня их может совершать любой пользователь, обладающий достаточно широкополосным каналом доступа в Интернет.

Быть может, виртуального мира не существует в реальности, и отчасти это подмена мира реального. Правда, единственное, что может ограничить этот мир, — фантазия его создателя. Точнее, её отсутствие, если в роли создателя выступает человек. Зато верно одно — современные технологии виртуализации показывают нам примеры, способствующие пониманию происходящего вокруг нас. Существует, к примеру, мнение (особенно после просмотра одноимённого фильма), что весь наш мир — матрица, и мы живём в спроектированном кем-то мире, в котором, кроме нас самих и круга людей, с которыми мы общаемся, никого и ничего не существует. Очевидно, это слишком упрощённая картина мироздания с точки зрения рядового "айтишника", но очевидно также, что в этом что-то есть. И неспроста "вначале было слово", которое в век тотальной компьютеризации человечество понимает несколько по-другому, нежели хотя бы 100 лет назад. К тому же с помощью разработки новых технологий человечество регулярно повторяет то, что уже давно сделано до него природой. Так что всё рассмотренное выше развитие компьютерных и телекоммуникационных технологий также представляет собой упрощённую модель того, как устроен этот мир.

Процесс смещения фокуса с "железа" на ПО происходит больше в головах наших современников, тогда как в природе всё уже давно устроено по похожей схеме. Если речь идёт о эволюции человека, то в нём уже давным-давно произошло похожее смещение с "мускулов" на "мозги". Правда, с развитием у некоторых современных нам индивидуумов интернет-зависимости существует опасность, что у них не останется ни того, ни другого, — но ведь это просто тупиковая ветвь эволюции.

Как не упомянуть здесь понятое не так давно устройство всей живой природы, когда из стандартных молекул с помощью ПО, записанного в ДНК, получается весьма широкий набор организмов. Причём недавние расшифровки геномов показали, что количество подпрограмм (генов) в ПО, формирующем человека, имеет не так уж много различий с подпрограммами в ПО, формирующем, к примеру, земляного червяка. И на современном уровне научно-технических знаний можно представить сей процесс в виде стандартной природной услуги "человек как сервис" или "земляной червяк как сервис". Бурно развивающаяся в наше время генная инженерия уже позволяет подправить природу, создав "червяка исправленного" с заменёнными генами или "жёлтую рыбу" с генами кукурузы. А когда указанные технологии учёные поставят на поток, они тоже будут почти "как сервис". Но и это ещё не всё.

А вдруг правы секретные физики и писатели-фантасты, утверждающие порой, что всё созданное нашим воображением и облечённое в речь обретает реальное существование в каких-то неведомых глубинах чуждых нам измерений, с которыми мы время от времени по неосторожности пересекаемся? Иначе говоря, всё когда-либо придуманное где-то существует. И получается, что книги не только не горят, но и оживают...

Впрочем, можно не забираться так далеко. Не меньше интересного окружает нас с давних пор. По мнению многих специалистов (причём не только из религиозных сфер), состояние души и тела взаимосвязано. К примеру, для этого есть масса определений в медицине, когда наше (а то и не наше) сознание влияет на наше физическое состояние, вызывая тем самым различные расстройства или, наоборот, способствует чудесному исцелению от недугов. Главным аргументом этой идеи выступают то интуиция, то ясновидение, то неясные экстрасенсорные возможности человека. Общее у них то, что не принимается и даже осуждается не только официальной наукой, но и целым рядом религиозных конфессий. В их основе лежат непонятные нам технологии, работающие поверх какой-то непознанной ещё нами среды. Все мы знаем, что наука работает с явлениями, которые можно объяснить или же увидеть экспериментально, посему интуиция или ясновидение не подпадают под эти критерии. Большинство исследователей делают вид, что если что-то нельзя измерить или доказать, то этого просто не существует — такова суть научного подхода (что, впрочем, порой не мешает им крестить детей или обращаться к разного рода целителям).

Физическое тело и душа весьма напоминают нам всё то же "железо" и установленное на нём ПО. Тело без сознания (души) более похоже на снятый костюм и весьма напоминает компьютер без операционной системы. Впрочем, есть люди, имеющие посмертный опыт, сильно отличающийся от привычной нам реальности, когда "выход из тела" показывал, что в какой-то другой реальности последнее вовсе не обязательно (вернее, оно там какое-то другое). Впрочем, современные футурологи уже занялись поиском возможности "переписи" памяти человека в целях продления "разумной" жизни после смерти физического тела. Причём, будет ли эта "запись" именно душой, обладающей реальным сознанием, — большой вопрос, поскольку душа — это не просто память всех событий. При этом физическая природа души остаётся нам непонятной.

Впрочем, большинству учёных вообще нет дела до связи материи и сознания. Материя — часть физического мира, разум — метафизического. Однако открытие квантовых явлений приводит нас к тому, что мир, в котором мы живём, — всего лишь воображение. Загадкой квантовой теории является то, что наблюдатель не может быть отделён от наблюдаемого. Если какая-то из частей исчезает, то реальность исчезает вместе с ней. Если нет наблюдателя, то нет и реальности, остаются только волны вероятностей. Иначе, нет ПО — нет и "железа".

По мнению физика Дэвида Джозефа Бома (1917—1992 гг.), наше восприятие мира — результат широкой обработки нашего мозга на протяжении многих веков. В результате этой обработки появилось искусственное разделение между человеком и человеком и между природой и человечеством. В 1952 г. Д. Бом опубликовал две статьи с изложением основных идей того, что позднее получило название причинной интерпретации квантовой механики, открывающей возможности предположить существование более тонких уровней реальности. Эту теорию принято называть квантовой теорией с локальными скрытыми переменными. Д. Бом много времени уделял работе над гологра-

фической моделью Вселенной. Он считал, что все индивидуумы взаимосвязаны не в результате непосредственного влияния, которое они могут оказывать друг на друга, а в силу того факта, что все они подвержены влиянию общих фундаментальных законов. По Бому всё, включая сознание и материю, активно влияет на целое, а посредством целого и на все составляющие. Ну а сознание и материя — две стороны одной медали. Посему споры материалистов с идеалистами в принципе беспочвенны.

Если, не вдаваясь в подробности, представить, что эмоции — это некий мост между нашим сознанием и телом, то можно рассмотреть такой пример. Сначала было радио, которое преобразует электромагнитные волны в звук, потом появился факс, который преобразовывал их же в двухмерные изображения, а потом научились создавать голограмму, которая создаёт из электромагнитных волн 3D-изображения. За этими изобретениями последуют машины, которые позволят нам "пощупать" 3D-изображения. Для наблюдателя может быть воспроизведена воображаемая среда тесного контакта, которая будет находиться в пределах виртуальной реальности. И в случаях, когда виртуальная среда создана успешно, человек полностью погрузится в симуляцию программно-определяемой реальности. И тут возникают логичные вопросы.

Так мир, в котором мы живем, реальный или виртуальный? Все мы снабжены одним мозгом, и нам будет казаться, что мы производим одну и ту же реальность? Правда, у человека с повреждённым мозгом будет совсем другая реальность, и насколько его реальность будет менее "реальной", чем наша?

Будет ли мир, созданный нашим сознанием из волн материи, включать внутренний мир, поделиться которым мы не в состоянии, но который не менее важен для нас? Создаём ли мы его сами? Насколько он реален и ограничен? Сможем ли мы его менять?

Может быть, существующая стена между сознанием и материей, реальным и потусторонним, построена искусственно? Какова цель нашего нахождения здесь, в этой "реальности"? И может ли сознание человечества быть изменено с течением времени?

Дать исчерпывающий ответ на эти вопросы пока не представляется возможным. Ну, разве что, кроме последнего, на что наталкивают нас аналогии с последними достижениями в информационных коммуникациях. Наверное, когда-нибудь человечеству необходимо будет уничтожить ту стену, которая отделяет его от "небес". Хотя бы для того, чтобы не стать тупиковой ветвью эволюции.

По материалам ***PCWeek, CNews, Ведомости, IT-Online, Microsoft, VMware, EMC, Google, russianelectronics.ru, dupress.com, alldc.ru, yvek.ru, web2me.ru, chassidus.ru, www.david-bohm.net***

На выставке "Российский Hi-End 2015"

О. ШАМАНКОВ, г. Москва

Участие в выставке организуется по конкурсной системе в связи с необходимостью отсечь малосодержательные конструкции и допустить на неё действительно оригинальную аудиотехнику авторской разработки высокого класса.

Акустический Центр МТУСИ в этом году показал модульные акустические системы (АС) нового поколения *"ТОПАЗ-3ПМ"*, НЧ-секцию которых конструируют с учётом акустических свойств конкретного помещения для прослушивания. Сначала в этом помещении проводят акустические измерения, на основе полученных характеристик и пожеланий заказчика идёт проектирование и изготовление НЧ-секции: определяются рабочий объём и акустическое оформление корпуса, а также типы динамических головок и компоненты кроссовера. При этом секция СЧ-ВЧ является постоянной — её конструкция выверена и не требует изменений.

Фото 1

Значительная часть излучателей для АС изготавливается Акустическим Центром МТУСИ, а по специально разработанным методикам проводится доводка серийных изделий до нужных качественных показателей.

Во время демонстраций использовались две пары АС *ТОПАЗ-3ПМ* (**фото 1**), имеющие существенные отличия в НЧ-секциях, что позволяло наглядно показать широкие возможности таких акустических систем. Приводил в действие АС один из усилителей, разработанный Александром Трусовым (о нём далее). Презентацию вёл руководитель Центра Дмитрий Георгиевич Свобода, подробно и интересно комментируя демонстрационные записи различных жанров, причём подборка музыкальных треков — просто замечательна!

Что поразило и запомнилось — мощь настоящего большого органа, воспроизводимая без артефактов и не напрягающая слух. Другие музыкальные жанры также не вызывали никаких трудностей для АС даже при очень высокой громкости звучания.

Российская фирма **"АСА"** с 1999 г. производит динамические головки и АС на основе собственных разработок. На её стенде (**фото 2**) были представлены образцы выпускаемой продукции, а также несколько готовых акустических систем.


Фото 2

В демонстрации участвовали двухполосные АС *Gamma Dio* с щелевым фазоинвертором на базе динамических головок АСА LAB MB1602.4 и T251.8, для которых применены фильтр первого порядка с корректирующими цепями, проволочные резисторы и металлоплёночные конденсаторы.

В качестве источника сигналов использовался MacBook Pro с внешней звуковой картой *Natural Pro-1* (ЦАП+ +АЦП, 24 бит/96 кГц), имеющей ламповый выход. Усиление мощности обеспечивал гибридный усилитель *Natural Audio A-6B* с неглубокой ООС, выполненный на лампах и корпусных транзисторах, с релейным регулятором громкости лестничного типа. Выходная мощность усилителя — 90 Вт/8 Ом, 120 Вт/4 Ом.

Звучание музыки при демонстрациях АС я бы охарактеризовал как живое, открытое и ясное при довольно интересной подборке используемых треков.

(Начало см. на 2-й с. обложки)

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

Лаборатория AST на выставке продемонстрировала ЦАП *AST Kris 1.1* с выходным каскадом на транзисторах и весьма широкополосный (скорость нарастания — более 400 В/мкс) транзисторный усилитель *AST Any 3.1* (**фото 3**) мощностью 225 Вт на канал при нагрузке 4 Ом.

В качестве акустической системы была использована одна из моделей АС Elac, но именно она оказалась слабым звеном системы. Высочайшее качество компонентов, разработанных и изготовленных лабораторией, с этой АС оценить было невозможно, что стало ясно после подключения вместо них АС *Illuminati Excellent* в первый же день экспозиции. Качество звучания сразу же заметно возросло, и большинство последующих демонстраций проводилось именно с этой АС. С удовольствием бы послушал их ЦАП и УМ в домашних условиях — очень понравились аппараты. Считаю, что дебют Лаборатории был успешным.

Лаборатория Евгения Анашкина представила в экспозиции ламповые однотактные усилители на ГМ-70 с "чудовищной" для данного класса УМ выходной мощностью 100 Вт, выполненные в многоблочной конструкции, и большие АС (**фото 4**) с двухполосными коаксиальными головками Tannoy 3807SE.

Знаю, что слушать такие АС нужно, конечно, не на высокой громкости, которая требуется в условиях выставки, и голова слушателя должна находиться на уровне ВЧ-излучателей, что получается, сидя дома на диване. На выставке же добрая половина посетителей стояла во время демонстрации.

Потенциал этой системы в общем зале, как многим показалось, совсем не раскрыт. Для этой системы нужен был отдельный кабинет, а "транспортировать" такую тяжёлую аппаратуру (масса одного корпуса АС — более 90 кг!) для демонстрации в зал "Эксклюзив" и обратно было нереально.

Лаборатория "ВК" (Валерий Крамар) представляла ламповые моноблоки (**фото 5**) на пентодах в классе АВ (класс А до 5 Вт) без обратной связи с выходной мощностью 35 Вт и "токовым" выходом, которые были подключены к АС, имеющей кроссоверы для согласованной работы с высокоимпедансным выходным каскадом. На третий день в экспозиции появились крупногабаритные АС на коаксиальных головках Tannoy образца конца 70-х годов. Эта АС была подключена уже к транзисторному УМ (УПТ), работающему на мощности до 80 Вт в классе АВ с неглубокой обратной связью (разработка Валерия Крамара). Также были представлены две модели RIAA-корректоров для ММ-головок — на лампах и на транзисторах.



Фото 3


Фото 4


Фото 5


Фото 6

Обе звуковоспроизводящие системы прозвучали достойно и понравились очень многим. Лаборатории "ВК" хочется пожелать дальнейших успехов.

Лаборатория Illuminati. Модели АС *Symmetry, Universe* и *SeHi* уже снискали заслуженную популярность у любителей музыки по выставкам предыдущих годов. На этой же выставке представлена новая модель — напольная *Illuminati Excellent* (экспозиция на **фото 6**), которая вызвала живой интерес не только у посетителей выставки, но и у участников.

В этой четырёхполосной системе применены высококачественные динамические головки и компоненты фильтров. Акустическое оформление — закрытый корпус, что значительно упрощает размещение АС в помещении.

Источником сигналов был ноутбук, воспроизведение осуществлялось через ЦАП *Lynx D-47* и усилитель Александра Трусова. Многие участники пробовали подключать эти АС к своим усилителям и все остались довольны результатом. Несмотря на высокую стоимость, АС уже были приобретены в самый разгар выставки. Не об этом ли мечтает любой разработчик аудиоаппаратуры класса Hi-End?

В этом году разработчик усилителей в **ООО "А.Т."** Александр Трусов на выставке оснастил своими новыми аппаратами (**фото 7**) четыре стенда (**Акустического Центра МТУСИ, Лаборатории акустики Illuminati, Лаборатории Бать С. Д.**) и собственный — тоже с АС С. Д. Батя и Виктора Луханина.

Аппараты имели между собой некоторые отличия и относились к разным модификациям, но все отработали достойно; их эпизодически использовали и другие участники в своих демонстрациях. Впервые появившийся на выставке 2013 г. усилитель Трусова быстро набрал популярность благодаря отличному звуку и привлекательному внешнему виду. Усилители мощности работают в классе АВ с большим током покоя, выходная мощность — от 100 до 350 Вт на канал (в зависимости от проекта). Кроме того, могут быть изготовлены и модификации с выходными каскадами в чистом классе А мощностью до 50 Вт.

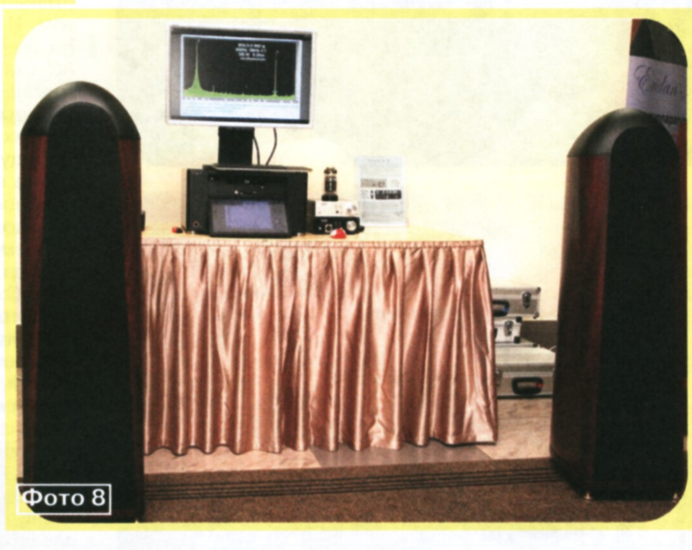
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-83-05

Усилитель обеспечивает мощное и деликатное звучание, высокое музыкальное разрешение, отличную эмоциональную подачу, строит широкую и глубокую сцену, обеспечивает прекрасную локализацию источников звука в пространстве. Постоянные эксперименты со звуком приносят свои плоды — уже третий год качество звука только растёт.



Фото 7

Лаборатория Ecosound. "Музыкальная шкатулка" под названием *SOLO-2*, включающая в себя источник сигнала, усилитель с прецизионными характеристиками (УМ со структурой композитного усилителя) и хранилище для любимых альбомов вызывали живой интерес посетителей выставки. Также в экспозиции (на **фото 8**) были представлены усилители *Static-2* и *ES-22* для головных телефонов со встроенными ЦАП, можно было в любой момент послушать музыкальные записи через высококачественные электростатические телефоны.


Фото 8

В этом году, как мне показалось, "Музыкальная шкатулка" продемонстрировала очень хороший звук с АС Thiel CS3.7, но потенциал аппарата оказался существенно выше, что выяснилось при работе в паре с АС *Illuminati Excellent*.

Это, наверное, очень хорошая практика — подключать технику других производителей к своей, что позволяет выявить слабое звено в системе и понять направление дальнейшего развития. На нынешней выставке такие эксперименты производились почти повсеместно, а это даёт надежду, что в следующем году достижения в звуке окажутся ещё выше. Специалисты из **Ecosound** сделали правильные выводы, так что им удачи! Возможно, что будущее именно за их концепцией.



Фото 9

Компания **Eridan Audio** производит акустические системы, усилители мощности (транзисторные), блоки ЦАП, межблочные, акустические, сетевые кабели, имеющие запатентованную конструкцию, и сетевые кондиционеры.

В её экспозиции (на **фото 9**) были показаны новые ЦАП *Quark* и УМ *Quasar 2015*, а также дебютная модель трёхполосной АС с активной НЧ-секцией *Tower*. Две широкополосные головки обеспечивают звучание в основной полосе ЗЧ, которым на высоких частотах "помогает" ВЧ-излучатель, а на низких — активный НЧ-блок. Такая концепция становится популярной — частоты разделения полос оказываются вне полосы звучания вокала и многих инструментов, что даёт возможность получить более цельное звучание. Эту систему удалось послушать как в общем зале, так и в зале "Эксклюзив": всё одинаково хорошо звучало в обоих залах.

Noosfera Lab в дебюте Игоря Виноградского (усилители "Ноосфера") и Алексея Коваленко (акустические системы) была, наверное, одним из самых заметных на выставке. Представлены (на **фото 10**) две модели усилителей мощности без общей ООС — *Noosfera Echo* (в классе А, мощность — по 35 Вт на канал на нагрузку 4 Ом), *Noosfera A-12* (в классе АВ, мощность — 120 Вт на канал на нагрузку 4 Ом) и трёхполосная напольная АС *Styleacoustic ST100TL* с акустическим оформлением "трансмиссионная линия". В АС применены ленточные ВЧ-головки *VIAVAVE RT850* отечественного производства (автор — **Д. Малиновский** из Петрозаводска). Заявленная максимальная мощность АС — 100 Вт на нагрузке 8 Ом.


Фото 10

Авторам удалось "сделать звук" и показать свои конструкции в лучшем виде несмотря на сложные акустические условия в большом зале. Очень многие отметили высокое качество звучания и относительно невысокую стоимость изделий — имея очень привлекательный внешний вид, по соотношению цена—качество эта аппаратура заняла лидирующие позиции.

Хотелось бы отметить тот факт, что в своей разработке Алексею Коваленко удалось нейтрализовать особенности звучания баса, свойственные акустическому оформлению "трансмиссионная линия".

АС, представленная Александром Буткарёвым (**Noise Fabrik**), не нуждается в особой рекламе, так как уже стала популярной далеко за пределами Твери, где она и изготавливается. В этом году Александр показал три новых АС с открытым оформлением и одну корпусную модель (***фото на второй странице обложки***). Особый интерес публики вызвали трёхполосная модель АС в открытом оформлении, оснащённая двумя пятнадцатидюймовыми НЧ-головками на щите, четырьмя СЧ-головками и одной для ВЧ. Высокая чувствительность этих АС (92...95 дБ/Вт/м в зависимости от модели) позволяет использовать УМ небольшой выходной мощности, чем я и воспользовался для демонстрации своего маломощного (10 Вт) усилителя, выпросив у Александра самые чувствительные из трёх АС.

Его АС не является жанровой — она играет всё, вплоть до "тяжёлого металла", но звучание смычковых струнных, особенно вио-


Фото 11


Фото 12

части системы было, естественно, за Владимиром Стародубцевым. Звук был масштабный, с полновесным НЧ-регистром и широким динамическим диапазоном, с мощнейшей энергетикой и эмоциональной подачей. Самый живой звук, по моему мнению, был именно на этом стенде; Владимир Стародубцев и Сергей Зыков знают, как его "приготовить".

Лаборатория Георгия Крылова. На очередной выставке он каждый раз представляет несколько новых моделей АС! Вот уже много лет Георгий Крылов разрабатывает и изготавливает замечательные АС, которые имеют отличное сведение полос и радуют звуком. И эта выставка — не исключение. На презентации — несколько моделей АС (на **фото 12**) с традиционно прекрасным звучанием и таким же исполнением. Вполне вероятно, что, послушав их звучание, подберёте себе подходящую модель. В своём ценовом сегменте его конструкции — одни из лучших.

Многих просто покорило звучание мини-мониторов: Георгий — известный мастер большого звука из малогабаритных АС.

Источник фонограмм — ноутбук с внешним ЦАП Audio-Gd Master 7, усиление мощности обеспечивал УМЗЧ без общей ООС *Millenium*, все сетевые, акустические и межблочные кабели — Analysis+ Power Oval.

Razin & Musatoff. Инсталляция от Олега Разина и Константина Мусатова (кстати, члены редколлегии журнала "Радио") притягивала к себе взгляд, не давая оторваться от всего многообразия дизайнерских изысков и технического совершенства в исполнении. Тёплое свечение ламп и индикаторов смотрится волшебно (**фото 13**).

лончели и контрабаса, просто завораживают. Однако недолго музыка играла — на второй день покупатель увёз их домой. К слову сказать, везти обратно в Тверь Александру было нечего — всё раскупили на выставке, как и в прошлые годы. Большое спасибо Александру за возможность познакомиться со "щитами" в домашних условиях (перед выставкой они три недели были у меня) — опыт был более чем интересен.

КБ звукотехники "Три В" и **Культурно-технический клуб "Студия 300"**. На общем стенде Владимира Стародубцева и Сергея Зыкова можно было увидеть и студийный катушечный магнитофон Otari BTR-10, и винтажный проигрыватель Elac, и АС с редчайшими двухполосными коаксиальными динамическими головками RCA выпуска 1951 г. (на **фото 11**), и ещё много чего другого.

Катушечный магнитофон воспроизводил с мастер-ленты архивные записи высокого качества, с винилового проигрывателя — оригинальные пластинки редких изданий. Присутствовал в системе и источник цифровых фонограмм, но включали его редко — было практически полное торжество "аналогового" звука. Авторство усилительной



Фото 13

Фирма представила фактически два стенда с ламповыми и транзисторными комплектами аппаратуры.

Light Angel — один из самых мощных (150 Вт) однотактных ламповых усилителей. Моноблочная конструкция построена с мощным прямонакальным пентодом ГУ-81М в выходном каскаде. Малые искажения достигнуты благодаря ультралинейной схеме подключения лампы к выходному трансформатору. Высокий коэффициент демпфирования нагрузки обеспечивает динамичный бас.

Dark Angel — двухтактные ламповые моноблоки (мощностью по 200 Вт каждый) для кинотеатра Hi-End. Усилитель построен на пентодах ГК-71 в выходном каскаде. *Pharaon* — интегральный ламповый усилитель на триодах с выходным каскадом на ГМ-70. Имея высокую выходную мощность (125 Вт на канал) и высокоэнергетическое питание, аппарат позволил получить фантастическую передачу нижнего регистра.

"Антрацит" — ламповый усилитель, построенный только на триодах с лампами 6С33С в двухтактном выходном каскаде. Усилитель отличает интеллектуальная система самонастройки и слежения за работой выходных ламп; есть переключатель режима из класса А с выходной мощностью до 30 Вт в класс АВ с мощностью на канал до 70 Вт. Два интегральных усилителя снабжены полнофункциональными пультами ДУ. Все ламповые усилители фирмы снабжены микроконтроллерными системами слежения и управления, что значительно продлевает ресурс ламп и снижает риск поломок при перенапряжении в сети.

На транзисторном стенде присутствовал интегральный усилитель *Musatoff PA-20*, обеспечивающий очень точное и неокрашенное музыкальное звучание. Он имеет два варианта оформления: с серебристыми и с чёрными боковинами и выпускается мелкосерийно. Также стоит отметить две модели усилителей для головных телефонов *Musatoff HA-4* и *HA-5*. Первая из них построена по однотактной схеме с использованием мощных высокочастотных германиевых транзисторов, вторая — бюджетная, оба усилителя создают очень хорошее звучание.

С усилителями на стенде работали две модели акустических систем: напольные *Musatoff AS-3* и полочные *AS-9*. Напольные трёхполосные АС отличаются расширенной среднечастотной полосой, обеспечивая высокую слитность звучания, особенно заметную на вокале. Стоит отметить, что в полосе ВЧ применена ленточная динамическая головка отечественного производства, имеющая полосу до 80 кГц и по звуковым качествам значительно превосходящая почти все импортные ВЧ-головки. В полосе НЧ применена 12" динамическая головка фирмы НОЭМА (Новосибирск). Полочные *AS-9* построены по архитектуре "2,5 полосы" и обладают великолепным для их размеров басом. Обе модели АС имеют неравномерность АЧХ не более ±1,5 дБ.

По словам разработчика, на выставку не попали из-за недостатка места на стенде другие АС: большие напольные трёхполосные *AS-4*, напольные двухполосные *AS-5* с круговым излучением звука, большие полочные *AS-10* в архитектуре "3,5 полосы" и малые полочные *AS-11*, аналогичные *AS-9*, но построенные на головках калужской фирмы **ACA**.

Демонстрация звучания, сопровождаемая подробными комментариями Константина Мусатова, оставила только положительные впечатления. В презентации активно использовался аналоговый источник сигнала (катушечный магнитофон).

Стенд с радиоприёмниками, выполненными под старину — репликами, буквально притягивал взгляды посетителей: великолепное оформление в стиле начала прошлого века, с бронзовыми деталями отделки и шильдами. Среди них средневолновый регенеративный приёмник с синфазной магнитной антенной позволяет прослушивать радиопрограммы даже в условиях городских помех. Сверхрегенеративный FM-приёмник на октальных лампах имеет выход, к которому можно подключить головные телефоны, рупор или АС. Каждая такая реплика может быть украшением классического кабинета или витрины.

Авторы представленных конструкций являются профессионалами высокого уровня, поэтому и аппаратура, и звук, и подбор музыкального материала — всё "на отлично".

Фото экспонатов —
О. Шаманков и А. Воскресенский

(Окончание следует)

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. Объединённая редакция московских СМИ "Москва медиа" запустила новую радиостанцию "Capital FM", которая заменила работавшую ранее на этой частоте "Moscow FM". Вещание началось 1 декабря 2015 г. на частоте 105,2 МГц, оно идёт на английском языке — общаются в эфире со слушателями англоговорящие диджеи.

Напомним, что англоязычная информационно-музыкальная радиостанция "Moscow FM" начала своё вещание в ноябре 2012 г. в качестве путеводителя для иностранцев по самым интересным местам и заведениям столицы. Однако руководство "Москва медиа" решила провести ребрендинг этого проекта.

Сайт радиостанции "Capital FM" — **http://capitalfm.moscow/**, группа "Вконтакте" — **http://vk.com/capitalfm moscow** (источник — URL: **http://www.sostav.ru/publication/capital-fm-19967.html** (22.12.15)).

К региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Воскресенск Московской обл., частота вещания — 97,4 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3012.htm** (22.12.15)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. 4 декабря 2015 г. филиал РТРС "Кемеровский ОРТПЦ" начал трансляцию радиопрограммы "Вести FM" в г. Новокузнецке. Радиостанция доступна жителям города и его окрестностей на частоте 95,2 МГц (источник — URL: **http://kemerovo.rtrn.ru/news/read/448/** (22.12.15)).

К региональной сети "Love Radio" присоединился г. Киселёвск. Радиостанция вещает здесь на частоте 105,9 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3036.htm** (22.12.15)).

КОСТРОМСКАЯ ОБЛ. Специалисты филиала РТРС "Костромской ОРТПЦ" смонтировали антенну для трансляции "Радио России" в г. Нерехте. Планируемый срок начала вещания — первый квартал 2016 г. Программы радиостанции будут доступны 26 тысячам радиослушателей на частоте 89,3 МГц (источник — URL: **http://kostroma.rtrs.ru/news/read/110/** (22.12.15)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. К региональной сети "Радио 107" присоединился г. Туапсе, частота вещания — 97 МГц. В настоящее время радиостанция вещает в следующих населённых пунктах края:

— г. Краснодар, частота вещания — 107,7 МГц;

— г. Анапа, частота вещания — 99,4 МГц;

— г. Геленджик, частота вещания — 106,6 МГц;

— г. Крымск, частота вещания — 106,9 МГц;

— пос. Новомихайловский, частота вещания — 104,2 МГц;

— г. Тихорецк, частота вещания — 101,7 МГц.

Региональная сеть "Радио 107" активно развивается с начала 2012 г. Радиостанция готовится к запуску ещё в нескольких муниципальных образованиях Краснодарского края и за его пределами (источник — URL: **http://radio107.ru/news/events/TuapsenovyygorodvsetiveshchaniyaRadio107/** (22.12.15)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. В плане 2016 г. начало перевода "Радио России" в УКВ-диапазон: в г. Нижнем Новгороде — на частоту 93,9 МГц, в г. Арзамасе — на частоту 106,6 МГц, а радиостанции "Маяк" в г. Нижнем Новгороде — на частоту 92,4 МГц.

Информацию по трансляции программ федеральных государственных радиостанций в Нижегородской обл. предоставила Иванова Д. С., зам. начальника

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2016

отдела информационного обеспечения Нижегородского филиала РТРС (см. **таблицу**).

Название радиостанции	Пункты установки передатчиков	Частота трансляции, МГц
"Радио России"	г. Арзамас	69,95
	г. Виля (раб. пос. Выкса)	71,09
	пгт. Ковернино	69,53
	пгт. Красные Баки	70,64
	г. Нижний Новгород	67,94
	г. Лукоянов	70,52
	г. Сергач	67,17
	г. Шахунья	69,59
"Маяк"	г. Нижний Новгород	71,45
"Вести FM"		98,6

23 ноября 2015 г. началась трансляция радиостанции "Наше радио" в областном центре на частоте 93,5 МГц. Сигнал радиостанции доступен жителям Нижнего Новгорода и окрестных населённых пунктов, расположенных в радиусе 40 км от радиотелецентра. Вещание обеспечивается Нижегородским филиалом РТРС (источник — URL: **http://nnovgorod.rtrs.ru/news/read/399/** (22.12.15)).

НОВОСИБИРСК. 17 декабря 2015 г. радиостанция "Наше радио" начала своё вещание в г. Новосибирске на частоте 95,4 МГц (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/nashe-radio-prishlo-v-novosibirsk-.php** (22.12.15)).

ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Пензенский ОРТПЦ" начал трансляцию программ федеральной информационно-новостной радиостанции "Вести FM" в г. Пензе на частоте 96 МГц (источник — URL: **http://penza.rtrs.ru/news/read/108/** (22.12.15)).

Радиостанция "Хорошее FM" начала вещание в г. Кузнецке на частоте 99,6 МГц. Слушатели, настроившие свои приёмники на эту частоту, могут услышать песни российской эстрады разных лет. Кроме того, предусмотрены короткие информационные блоки.

Радиостанция "Хорошее FM" начала работу в 2013 г. Работает она на территории России и странах Ближнего Зарубежья, транслирует преимущественно музыку русскоязычной эстрады (источник — URL: **http://penzanews.ru/society/97080-2015** (22.12.15)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. 3 декабря 2015 г. филиал РТРС "Пермский КРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" в г. Березники на частоте 104,2 МГц, одновременно прекратив вещание этой радиостанции на диапазоне УКВ OIRT (источник — URL: **http://perm.rtrn.ru/news/read/559/** (22.12.15)).

ПСКОВ. 1 декабря филиал РТРС "Псковский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио Ваня" на частоте 100,9 МГц в г. Пскове. Это 14-я радиопрограмма, транслируемая в эфир Псковским ОРТПЦ. Приём передач "Радио Ваня" возможен для жителей областного центра и его окрестностей в радиусе 30 км от телебашни. В сетке вещания радиопрограммы предусмотрена трансляция региональных информационных блоков (источник — URL: **http://pskov.rtrn.ru/news/read/136/** (22.12.15)).

САРАТОВСКАЯ ОБЛ. 17 декабря 2015 г. радиостанция "Наше радио" начала трансляцию программ в г. Балакове на частоте 98,8 МГц (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/nashe-radio-teper-veshchaet-v-balakovo.php** (22.12.15)).

САХАЛИНСКАЯ ОБЛ. 1 декабря 2015 г. филиал РТРС "Сахалинский ОРТПЦ" начал в диапазоне УКВ CCIR трансляцию местной радиостанции "Радио АСТВ" в городах Макарове, Охе, Поронайске, Углегорске и пгт Тымовском.

Помимо этих населённых пунктов, программы радиостанции уже доступны в городах Долинске, Корсакове, Холмске, Южно-Сахалинске, в пгт Ноглики и в с. Охотское. В ближайшее время Сахалинский радиотелецентр РТРС планирует включить передатчик в г. Невельске.

Всего сеть вещания радиостанции, принадлежащей ООО "Телекомпания "Альтернативное сахалинское телевидение", будет насчитывать 12 передатчиков, которые позволят охватить сигналом более 80 % населения области (источник — URL: **http://sakhalin.rtrn.ru/news/read/105/** (22.12.15)).

СЫКТЫВКАР. В столице Республики Коми заработали две новые радиостанции. На частоте 100,8 МГц появилась радиостанция "Юмор FM", на частоте 103,2 МГц — DFM ("Динамит FM").

В момент подготовки материала в г. Сыктывкаре вещают восемь радиостанций: "Европа плюс Коми" (100,3 МГц), "Авторадио" (101,8 МГц), "Love радио" (102,3 МГц), "ХИТ FM" (102,7 МГц), "Ретро FM" (103,8 МГц), "Дорожное радио" (104,8 МГц), "Русское радио" (105,2 МГц) и "Радио Мир" (105,6 МГц) (источник — URL: **http://komionline.ru/node/71161** (22.12.15)).

ТОМСК. Специалисты цеха "Томск" филиала РТРС "Томский ОРТПЦ" завершили установку нового фидера на антенно-мачтовом сооружении в г. Томске. Современный фидер длиной 200 м предназначен для трансляции радиостанций "Радио 7" и "Искатель". Начало трансляции запланировано на 2016 г. "Радио 7" будет работать на частоте 87,7 МГц, а "Искатель" — на частоте 90,3 МГц (источник — URL: **http://tomsk.rtrn.ru/news/read/190/** (22.12.15)).

ТЮМЕНЬ. 2 декабря 2015 г. радиостанция "Наше радио" появилась в эфире г. Тюмени на частоте 99,2 МГц (источник — URL: **http://nsn.fm/regions-of-russia/nashe-radio-teper-i-v-tyumeni-.php** (22.12.15)).

УДМУРТИЯ. 20 ноября 2015 г. филиал РТРС "Удмуртский РРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" с местными программами ГТРК "Удмуртия" в г. Сарапуле на частоте 96,8 МГц. Передатчик мощностью 50 Вт охватывает радиосигналом более 100 тысяч жителей Удмуртии (источник — URL: **http://udmurtiya.rtrn.ru/news/read/502/** (22.12.15)).

ХАКАСИЯ. Радиостанция "Дорожное радио" появилась в эфире г. Саяногорска на частоте 105,5 МГц. Станцию также можно принимать в посёлках Майна и Черёмушки. Благодаря запуску передатчика в Саяногорске теперь практически полностью охвачен вещанием "Дорожного радио" отрезок федеральной автомобильной трассы М-54 "Енисей", пролегающий через республику Хакасию (источник — URL: **http://www.r19.ru/zhurnal/sobytiya/-dorozhnoe-radio-vsegda-s-vami/** (22.12.15)).

ЧИТА. Филиал РТРС "Забайкальский КРТПЦ" начал трансляцию радиостанций "Радио России" на частоте 91,6 МГц и "Маяк" — на частоте 104,5 МГц в административном центре Забайкальского края в г. Чите (источник — URL: **http://chita.rtrs.ru/news/read/168/** (22.12.15)).

ЯРОСЛАВЛЬ. С 4 декабря 2015 г. ярославцы могут принимать на своих радиоприёмниках две новые радиостанции — "Радио России" и "Вести FM", транслирующиеся через Ярославский филиал РТРС. Они доступны для приёма на всей территории г. Ярославля и близлежащих районов. На данный момент мощность передатчиков — 1 кВт. Радиостанция "Вести FM" вещает на частоте 99,9 МГц, "Радио России" — на частоте 99,1 МГц. В начале 2016 г. запланирован запуск радиостанции "Маяк" на частоте 107,9 МГц (источник — URL: **http://progorod76.ru/news/view/8898** (22.12.15)).

ЗАРУБЕЖНЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

АВСТРИЯ. Радиостанция "ТрансМировое радио" ("TransWorld Radio", TWR) изменила эфирную частоту для своих программ, транслируемых на белорусском и русском языках, на новую — 7375 кГц, вместо заявленной в начале сезона 7300 кГц. Время вещания — с 15.00 до 15.29 ежедневно. Причина такой замены — сильные помехи на предыдущей частоте. Параллельная частота — 9470 кГц.

КИРГИЗИЯ. Эфир "Love Radio" стал доступен ещё миллиону слушателей! К региональной сети вещания станции присоединился г. Бишкек. Частота вещания — 101,3 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3046.htm** (22.12.15)).

ПРИДНЕСТРОВЬЕ. В зимнем вещательном сезоне продолжается круглосуточная трансляция программ российской радиостанции "Вести FM" на средневолновой частоте 1413 кГц с использованием радиопередатчика в Приднестровье мощностью 500 кВт.

РУМЫНИЯ. Радиостанция "Интер-Радио Румыния" начала использовать с конца ноября 2015 г. новую частоту 7375 кГц для трансляции передач на русском языке. На ранее использовавшейся частоте 7330 кГц были сильные помехи от другой радиостанции. Время вещания — с 05.30 до 05.57.

Хорошего приёма и 73!

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

Испытатель стабилитронов

А. АБАКУМОВ, Ю. КУЗИН, г. Тула

В статье [1] было описано применение ЖКИ М269 с интерфейсом I^2C в многофункциональных часах. Авторы предлагают ещё один вариант использования такого индикатора.

У любого радиолюбителя постепенно накапливается много радиоэлементов, ещё пригодных для использования, но с неразборчивой или непонятной маркировкой. Авторы статьи встретились с такой проблемой, когда искали нужный стабилитрон среди множества двухвыводных полупроводниковых приборов в похожих корпусах. Без приборов нельзя узнать точное напряжение стабилизации даже стабилитронов с разборчивой и понятной маркировкой. Например, стабилитроны серии Д814 с одинаковыми индексами имеют разброс напряжения стабилизации более 1 В.

В связи с этим было решено разработать прибор, позволяющий определить напряжение стабилизации и полярность стабилитрона с напряжением стабилизации до 50 В. Чтобы иметь возможность проверять приборы разной мощности, было запланировано проводить измерения при разных значениях тока.

Схема испытателя изображена на **рис. 1**. Элементная база для него была выбрана исходя из доступности и наличия. Однако для упрощения схемы пришлось применить двухканальный 12-разрядный rail-to-rail ЦАП LTC1454LCS [2] и rail-to-rail по входу и выходу сдвоенный ОУ LT1490CS8 [3].

Внешний источник питания, обеспечивающий переменное или постоянное любой полярности напряжение 10...15 В при токе до 200 мА, соединяют через диодный мост VD3 с микросхемой DA2 LT1270CT [4], включённой по схеме обратноходового повышающего преобразователя с демпферной цепью VD5VD6 и трансформатором T1. Преобразователь имеет два выхода. Напряжение +49,5 В на первом выходе устанавливают подборкой резисторов R15 и R16. Выходное напряжение +5 В обеспечивает интегральный стабилизатор DA3.

Работой устройства управляет микроконтроллер PIC16F876A-I/SO (DD1), для программирования которого предназначен разъём XS1. Информацию о работе прибора микроконтроллер выводит на ЖК-индикатор M269 (HG1) по линиям RC3 (SCL) и RC4 (SDA).

Выводы проверяемого стабилитрона подключают в произвольном порядке к гнёздам XS2 и XS3. Нажатиями на кнопку SB2 выбирают ток, который будет протекать через этот стабилитрон в процессе проверки. Его значения 1 мА, 2 мА, 5 мА, 10 мА, 20 мА перебирают по кругу. Кнопкой SB1 запускают процесс проверки.

При подаче питания на индикаторе в течение двух секунд отображается надпись "ZENER Test", далее появляется сообщение об установленном токе 1 мА, затем прибор ожидает выбора другого тока или нажатия на кнопку SB1. После нажатия на неё микроконтроллер выводит на ЖКИ надпись "MEAS" (measure — измерение) и записывает последовательным кодом в двухканальный ЦАП DD2 24-разрядное слово K. Оно состоит из двух 12-разрядных слов K_A и K_B, причём каждое из них задаёт напряжение на выходе своего канала ЦАП. Их значения рассчитывают по формулам

$$K_A = \frac{U_{выхА}}{U_{обр}}(N - 0{,}5);$$

$$K_B = \frac{U_{выхВ}}{U_{обр}}(N - 0{,}5).$$

Здесь $U_{выхА}$, $U_{выхВ}$ — напряжения на выходах каналов A и B ЦАП, В; $U_{обр}$ =1,22 В — внутреннее образцовое напряжение ЦАП, равное 1,22 В; N=12 — разрядность ЦАП. Для получения требуемого тока $I_{ст}$ от узла его стабилизации на ОУ DA4.2 и транзисторе VT6 требуется

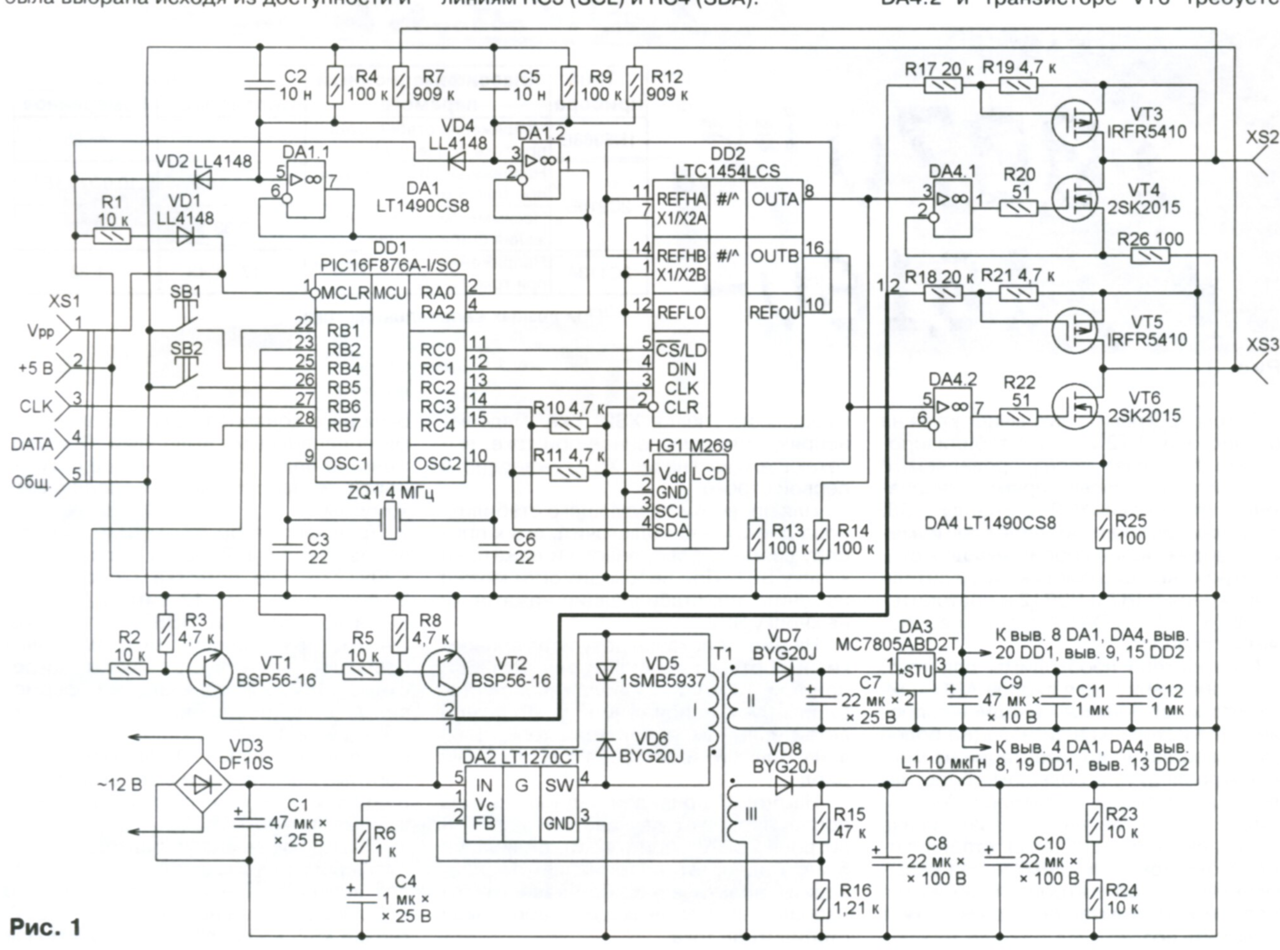


Рис. 1

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

установить на выходе OUTB АЦП напряжение

$U_{выхА} = R25 \cdot I_{ст}$,

а от узла стабилизации на ОУ DA4.1 и транзисторе VT4 — на выходе OUTA АЦП напряжение

$U_{выхВ} = R26 \cdot I_{ст}$.

При указанных на схеме номиналах резисторов R25 и R26 100 Ом для тока 1 мА напряжение на выходе ЦАП должно быть 0,1 В.

Далее программа микроконтроллера одновременно открывает транзисторы VT1, VT2, а с ними полевые транзисторы VT3, VT5 для создания установившегося режима стабилизации тока. В этом режиме через проверяемый прибор ток не течёт.

На следующем шаге ключ на транзисторах VT2 и VT5 открыт, а на транзисторах VT1 и VT3 закрыт, чем направление тока через проверяемый стабилитрон изменяется на обратное. Измерение значений напряжения на гнёздах и вычисление их разности выполняются повторно.

После этого надпись "MEAS" на индикаторе сменяется надписью "READY" (готово) и в двух строках выводится измеренное падение напряжения на испытываемом стабилитроне при прямом и обратном направлениях тока.

Гнездо XS2, условно считающееся положительным, должно быть установлено вблизи знака "+", выведенного во второй строке индикатора. В этой строке выведено падение напряжения на стабилитроне, измеренное при вытекающем из гнезда XS2 токе. Падение напряжения, измеренное при токе, вытекающем из гнезда XS3, выведено в первой строке.

На **рис. 4** индикатор показывает результат проверки при токе 10 мА стабистора 2С113А, который стабилизирует напряжение на прямой ветви вольт-амперной характеристики, а на обратной не проводит ток.

Как следует из **таблицы**, параметры, полученные с помощью испытателя, полностью соответствуют данным, представленным в справочной документации на проверенные приборы.

Испытатель стабилитронов собран на печатной плате, чертёж которой изображён на **рис. 5**. Большинство устанавливаемых на ней деталей — в исполнении для поверхностного монтажа. В связи с отсутствием высоковольтных оксидных конденсаторов в таком исполнении в качестве C8 и C10 применены обычные алюминиевые оксидные конденсаторы с радиальными проволочными выводами. Они уложены на плату параллельно её поверхности и закреплены проволочными хомутами.

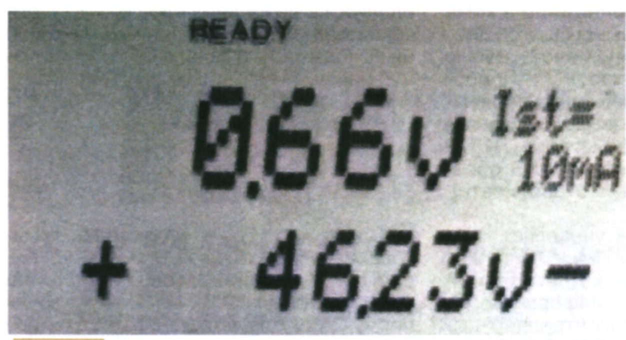


Рис. 2

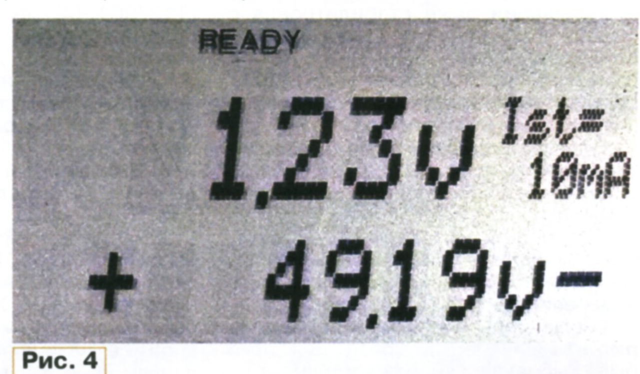


Рис. 4

Рис. 3

Тип прибора	Классификационный параметр	Значение, В	
		Справочное	Измеренное
1N5368B	Напряжение стабилизации при токе более 1 мА	47	46,23
2С210Б	Напряжение стабилизации при токе 5 мА	9,12...10,92	10,07/10,16*)
	Несимметричность напряжения стабилизации	0,38	0,09
2С113А	Напряжение стабилизации при токе 10 мА	1,17...1,43	1,23

*) При разных направлениях тока.

Затем программа закрывает ключ на транзисторах VT2 и VT5. Стабилизированный ток течёт через проверяемый стабилитрон в условно прямом направлении от гнезда XS2 к гнезду XS3. Микроконтроллер поочерёдно измеряет напряжения на обоих выводах стабилитрона через резистивные делители напряжения R4R7 и R9R12 и повторители на ОУ DA1.1 и DA1.2, а затем вычисляет их разность.

Повторители необходимы для того, чтобы обеспечить для входов АЦП микроконтроллера низкое выходное сопротивление источников сигнала (не более 2,5 кОм согласно документации на микроконтроллер) при большом сопротивлении резисторов делителей. Уменьшать их сопротивление нельзя, иначе создаваемая ими добавка к стабилизированному току, текущему через испытываемый стабилитрон, становится сравнимой с этим током и даже может превысить его.

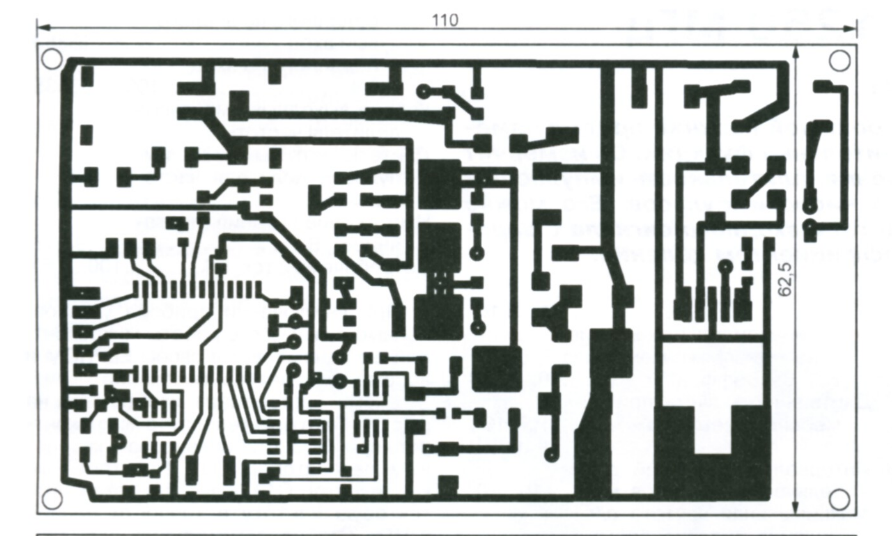
Для проверки следующего стабилитрона достаточно подключить его к прибору взамен проверенного и нажать на кнопку SB1. При необходимости можно изменить ток стабилизации нажатиями на кнопку SB2.

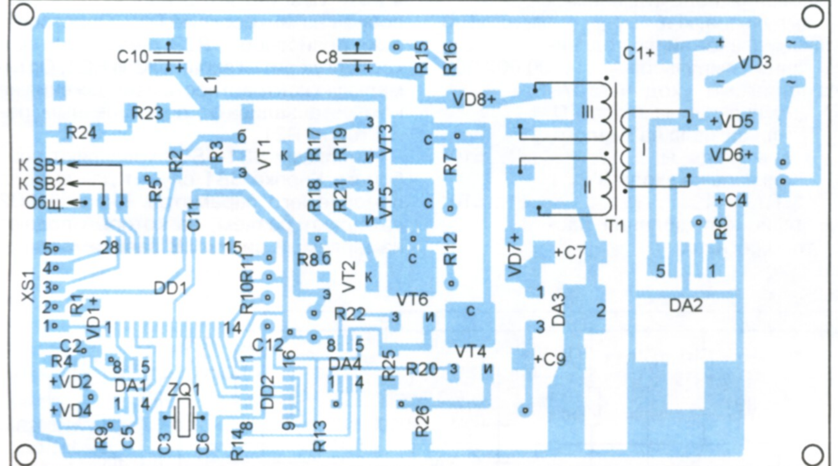
На **рис. 2** показан результат проверки импортного стабилитрона 1N5368B при токе 10 мА. Как и положено, он стабилизирует напряжение на обратной ветви вольт-амперной характеристики, а на прямой ведёт себя как обычный диод.

На **рис. 3** приведён вид индикатора после проверки двуханодного стабилитрона 2С210Б при токе стабилизации 5 мА. Видно, что напряжение стабилизации практически не зависит от направления протекающего через такой стабилитрон тока.

Трансформатор T1 намотан на кольце из феррита 2000НМ типоразмера К20×12×6. Его обмотка I состоит из 30 витков, II — из 12 витков, III — из 60 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,4 мм. Межслойная и межобмоточная изоляция отсутствует. Выводы микросхемы LT1270CT обрезаны и отформованы под поверхностный монтаж. Гнёзда XS2 и XS3 — любые удобные для подключения щупов. Мы применили импортные малогабаритные коаксиальные разъёмы и щупы с разноцветными зажимами "крокодил".

Плата помещена в подходящий по размерам пластмассовый корпус. На его верхней панели из органического стекла расположены кнопки SB1, SB2, гнёзда XS2, XS3 и ЖКИ HG1. На боковой





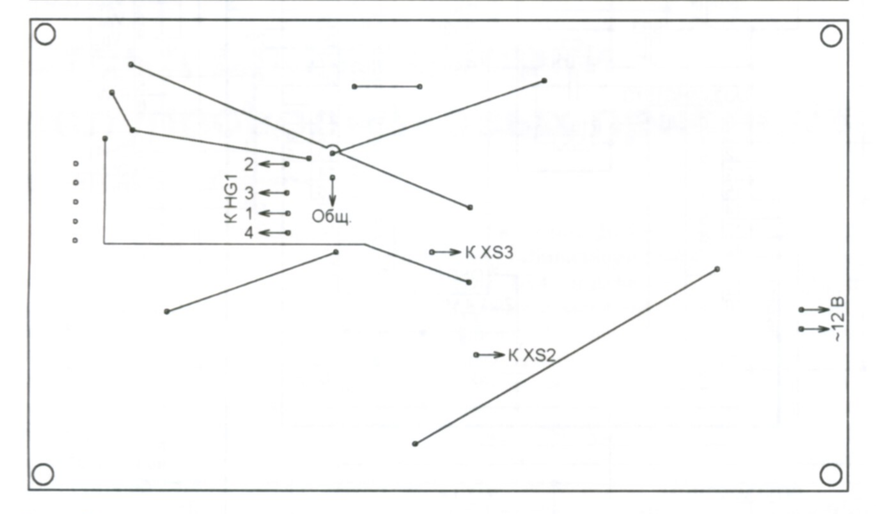


Рис. 5

панели находится разъём для подключения внешнего источника питания.

Программа микроконтроллера написана на языке С для компилятора mikroC for PIC 5.6.0. Правильно собранный испытатель стабилитронов в настройке не нуждается. При первом включении проверьте напряжение +5 В на конденсаторе С9 и +49,5 В на конденсаторе С10.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Абакумов А., Кузин Ю.** Часы-календарь-термометр на PIC16F628A и ЖКИ M269. — Радио, 2015, № 8, с. 39, 40.

2. LTC1454/LTC1454L Dual 12-Bit Rail-to-Rail Micropower DACs. — URL: **http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/1454lfs.pdf** (25.09.15).

3. LT1490CS8 Dual and Quad Micropower Rail-to-Rail Input and Output Op Amps. — URL: **http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/14901fb.pdf** (25.09.15).

4. LT1270CT 8A and 10A High Efficiency Switching Regulators. — URL: **http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/lt1270afc.pdf** (25.09.15).

***От редакции**. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/02/zener.zip** на нашем FTP-сервере.*

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Частотомер до 1250 МГц

В. ТУРЧАНИНОВ, г. Севастополь

Этот прибор имеет не только большой верхний предел измеряемой частоты, но и ряд дополнительных функций. Он измеряет уход частоты от начального значения, длительность импульсов и пауз между ними, подсчитывает число импульсов. Его можно использовать и как делитель частоты входного сигнала с задаваемым в широких пределах коэффициентом деления.

Предлагаемый частотомер содержит шесть микросхем — компаратор напряжения AD8611ARZ [1], синтезатор частоты LMX2316TM [2], D-триггер 74HC74D [3], селектор-мультиплексор 74HC151D [4], микроконтроллер PIC16F873A-I/SP [5] и интегральный стабилизатор напряжения TL7805. Результаты измерения он выводит на символьный ЖКИ WH1602B [6].

Основные технические характеристики

Интервал измеряемой частоты
- импульсов с уровнями ТТЛ, Гц . . . . .0,1...8·10⁷
- аналоговых периодических сигналов произвольной формы напряжением более 100 мВэфф, Гц . . . . .1...8·10⁷
- синусоидальных ВЧ-сигналов напряжением более 100 мВэфф, МГц . . . . . . .20...1250

Длительность счёта при измерении частоты, мс . . . . . .10^4, 10^3, 100, 10

Интервал измеряемой длительности импульсов, мкс . . .10...10^6

Максимальная частота следования подсчитываемых импульсов, кГц 100

Максимальное число подсчитанных импульсов 100 000 000

Измеряемый уход частоты
- импульсов на входе ТТЛ или сигнала на аналоговом входе, Гц . . . .±1...±10^6
- сигнала на входе ВЧ, кГц . . . .±1...±10^5

Коэффициент деления частоты сигнала
- поданного на аналоговый вход . . . . .3—16383
- поданного на вход ВЧ . . . . .1000—65535

Уровни выходных импульсов делителя частоты . . . . .ТТЛ

Длительность выходных импульсов делителя частоты, мкс 0,5

Напряжение питания (постоянное), В . . . . .9...16

Потребляемый ток, мА . . . . . .100...150

При выключении прибора установленные режимы его работы микроконтроллер запоминает в своём EEPROM и восстанавливает при включении.

Схема частотомера изображена на **рис. 1**. Тактовый генератор микроконтроллера DD3 стабилизирован кварцевым резонатором ZQ1. Подстроечный конденсатор C13 позволяет установить тактовую частоту в точности равной 4 МГц. Стабилизатор напряжения +5 В собран на микросхеме DA2. Подстроечным резистором R23 регулируют яркость подсветки экрана ЖКИ HG1. Оптимальную контрастность изображения на нём устанавливают подстроечным резистором R21.

Кнопками SB1—SB3 управляют прибором. Кнопка SB1 служит для выбора измеряемого параметра. Кнопкой SB2 выбирают разъём, на который подают измеряемый сигнал. В зависимости от

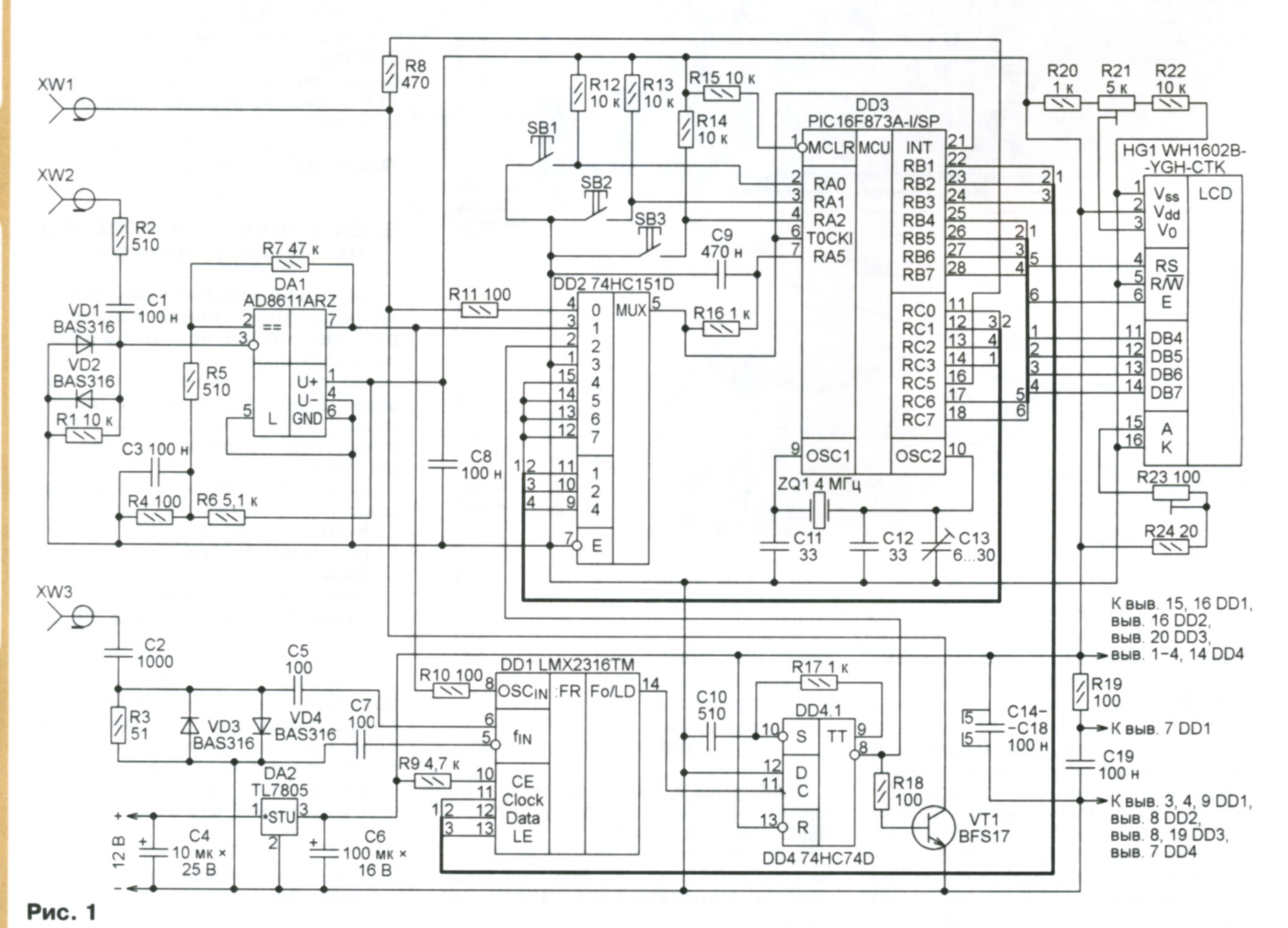


Рис. 1

частоты и формы входного сигнала это может быть XW1 (импульсы логических уровней частотой 0,1 Гц...80 МГц), XW2 (аналоговые сигналы произвольной формы частотой 1 Гц...80 МГц) или XW3 (сигналы частотой 20...1250 МГц). Кнопкой SB3 запускают и останавливают измерение в режимах счётчика импульсов и измерения ухода частоты. Длительным (более 1 с) нажатием на эту кнопку переходят из режима измерения частоты в режим её деления и вывода результата на разъём XW1. Когда кнопки не нажаты, на входах микроконтроллера, с которыми они соединены, резисторы R12—R14 поддерживают высокие уровни.

Резисторы R4 и R6 создают постоянное смещение около 100 мВ на неинвертирующем входе компаратора DA1. Резисторы R5 и R7 — цепь положительной обратной связи, нужной для получения гистерезиса в характеристике переключения компаратора. Диоды VD1 и VD2 вместе с резистором R2 образуют двухсторонний ограничитель входного напряжения на инвертирующем входе компаратора.

Микросхема DD1, основное назначение которой — работа в синтезаторах частоты диапазона 1,2 ГГц, содержит два делителя частоты с переменным коэффициентом деления, которые и используются в описываемом приборе для деления частоты входных сигналов, подаваемых на разъёмы XW2 и XW3, в заданное число раз. Микроконтроллер устанавливает коэффициенты деления и режим работы этой микросхемы, подавая команды по её последовательному интерфейсу (входы Clock, Data, LE). В зависимости от установленного режима на выход Fo/LD поступает результат работы одного из этих делителей. Резистор R19 и конденсатор C19 образуют фильтр питания микросхемы DD1, а диоды VD3 и VD4 защищают от перегрузки вход одного из её делителей частоты, непосредственно связанный с разъёмом XW3. На триггере DD4.1 собран одновибратор, формирующий из выходных сигналов делителей частоты импульсы длительностью 0,5 мкс. Его времязадающая цепь — резистор R17 и конденсатор C10.

Формирователь импульсов, подаваемых на разъём XW1, собран на транзисторе VT1 с коллекторной нагрузкой — резистором R8. Он работает, когда на выходе RC5 микроконтроллера установлен высокий логический уровень. В противном случае формирователь выключен и не оказывает влияния на подаваемые на разъём XW1 внешние сигналы. Поэтому разъём XW1 может быть как входным при измерении частоты и длительности логических сигналов, а также при счёте импульсов, так и выходным в режимах деления частоты. Резистор R11 служит для защиты входа 0 селектора-мультиплексора DD2 от случайно поданных на разъём XW1 сигналов большой амплитуды.

Селектор-мультиплексор по командам микроконтроллера подаёт на его предназначенные для измерения частоты и длительности импульсов входы либо импульсы уровней TTL с разъёма XW1, либо сигналы, поступившие на разъём XW2 и преобразованные в такие импульсы компаратором DA1, либо сигналы, поступившие на разъём XW3 и прошедшие через делитель частоты микросхемы DD1. Микроконтроллер выполняет основные операции измерения частоты, длительности и счёта импульсов. Он же выводит результаты измерений на ЖКИ HG1 и управляет работой всего прибора. Программа микроконтроллера написана на языке ассемблера MASM, входящего в состав среды разработки программ MPLAB IDE v7.5.

В режимах измерения частоты микроконтроллер подсчитывает импульсы, поступившие на вход T0CKI в течение выбранного пользователем измерительного интервала (0,01, 0,1, 1 или 10 с). При измерении частоты сигнала, поданного на разъём XW3, его частоту предварительно делит на 1000 один из делителей микросхемы DD1.

F=000,010kHz 1
L=072999us TTL

Рис. 2

F=005,966KHZ 1
VHF

Рис. 3

F=501,006MHZ 1
UHF

Рис. 4

COUNTER-OFF
N=00025832 VHF

Рис. 5

+/-FREQUENCY-ON
-01,797MHz UHF

Рис. 6

При измерении длительности импульсов высокого логического уровня микроконтроллер по нарастающему перепаду измеряемого импульса на входе INT начинает счёт импульсов частотой 1 МГц, полученных делением своей тактовой частоты. Он прекращает этот счёт по спадающему перепаду измеряемого импульса. В случае измерения длительности импульса низкого уровня счёт начинается по его спадающему перепаду, а завершается по нарастающему.

Как только включён режим измерения ухода частоты, микроконтроллер выполняет первое измерение частоты входного сигнала, затем периодически повторяет эти измерения. Программа вычитает результат первого измерения из каждого последующего и выводит текущую разность на индикатор. После остановки этого режима на ЖКИ отображаются максимальные зафиксированные за время измерения отклонения частоты вниз и вверх от начальной.

Для измерения частоты следования логических импульсов с уровнями TTL кнопкой SB2 выбирают входной разъём XW1. Микроконтроллер формирует на выходах RC0—RC2 код 000, переводя этим селектор DD2 в состояние, при котором сигнал с разъёма XW1 поступает на вход TOCKI микроконтроллера для измерения частоты и на его же вход INT для измерения длительности импульсов. Результаты измерений программа выводит на ЖКИ HG1 (**рис. 2**), причём длительности импульсов высокого (H) и низкого (L) уровней на экране чередуются. Код в правой части верхней строки означает заданное время счёта: "10" — 10 с, "1" — 1 с, ",1" — 0,1 с и ",01" — 0,01 с. В правой части нижней строки выводится условное обозначение выбранного входного разъёма: TTL — XW1, VHF — XW2, UHF — XW3.

Измеряя частоту аналоговых сигналов (до 80 МГц), кнопкой SB2 выбирают вход XW2. На выходах RC0—RC2 микроконтроллер формирует код 001, переводя мультиплексор DD2 в положение, в котором сигнал с разъёма XW2, преобразованный в прямоугольные импульсы компаратором DA1, поступает на вход TOCKI микроконтроллера. Программа измеряет частоту сигнала и выводит результат на ЖКИ (**рис. 3**).

Для измерения ВЧ-сигналов частотой до 1250 МГц кнопкой SB2 выбирают входной разъём XW3. С него сигнал поступает на вход f_{IN} имеющегося в микросхеме DD1 делителя частоты. Коэффициент деления задан микроконтроллером равным 1000. Сигнал с выхода делителя частоты, преобразованный в импульсы длительностью около 0,5 мкс одновибратором на триггере DD4.1, поступает через мультиплексор DD2 на вход TOCKI микроконтроллера. Мультиплексор установлен в нужное для этого состояние кодом 010 на выходах RC0—RC2 микроконтроллера. Программа микроконтроллера измеряет частоту и с учётом коэффициента деления выводит результат на ЖКИ (**рис. 4**).

Подлежащие счёту импульсы подают на входной разъём XW1 или XW2. Кнопкой SB2 выбирают один из этих входов, а кнопкой SB1 — режим COUNTER (**рис. 5**). Счёт запускают нажатием на кнопку SB3, что сопровождается заменой на экране метки OFF (выключено) меткой ON (включено). Для остановки счёта на кнопку SB3 нажимают повторно, при этом метку ON сменяет метка OFF. Накопленное за время от запуска до остановки число импульсов программа показывает на ЖКИ.

Чтобы измерить уход частоты, сигнал (в зависимости от его формы и частоты) подают на один из входных разъёмов XW1—XW3, выбирают кнопкой SB2 этот разъём, а кнопкой SB1 — функцию "+/-FREQUENCY" (её название сопровождается меткой OFF). Измерение запускают нажатием на кнопку SB3, при этом метку OFF сменяет метка ON. Прибор измеряет уход частоты и выводит его текущее значение на ЖКИ (**рис. 6**). После повторного нажатия на кнопку SB3, останавливающего измерение, на ЖКИ появляются максимальные зафиксированные за время измерения значе-

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

ния ухода частоты вверх и вниз от исходной (**рис. 7**).

Для деления частоты аналогового сигнала частотой до 80 МГц кнопкой SB2 выбирают входной разъём XW2 и подают на него сигнал, частота которого подлежит делению. С выхода компаратора DA1 он поступает на вход OSC_{IN} делителя частоты R_Counter микросхемы DD1. Микроконтроллер задаёт по последовательному интерфейсу необходимый коэффициент деления этого делителя и подключает его выход к выходу Fo/LD микросхемы. Нажатиями на кнопку SB1 коэффициент деления уменьшают, а на кнопку SB2 — увеличивают. Чем дольше удерживают кнопку нажатой, тем быстрее изменяется коэффициент.

На выходе RC5 микроконтроллер устанавливает высокий уровень, переключая разъём XW1 в режим выхода. На своих выходах RC0—RC2 микроконтроллер формирует код 000, поэтому

dFmax=+00,345MHz
dFmax=-01,798MHz

Рис. 7

F=0197,06kHz
K=00100 VHF

Рис. 8

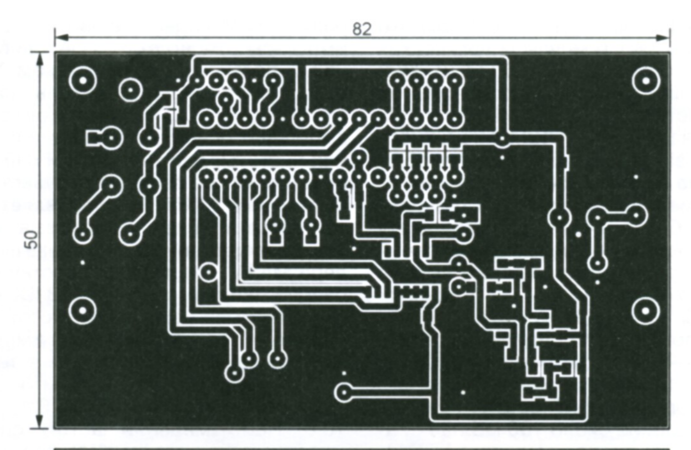
F=0100,13kHz
K=02000 UHF

Рис. 9

сигнал, выведенный на разъём, поступает и на вход T0CKI микроконтроллера для измерения частоты. Длительность импульсов в этом режиме не измеряется.

На **рис. 8** показан результат деления частоты 19,706 МГц поданного на разъём XW2 сигнала на 100. В этом случае на выходе XW1 с частотой 197,06 кГц следуют импульсы высокого логического уровня длительностью 0,5 мкс. Сигналы частотой от 50 до 1200 МГц подают для деления на разъём XW3. Они обрабатываются аналогично, отличие лишь в том, что в операции участвует более высокочастотный делитель частоты N-Counter микросхемы DD1. На **рис. 9** показан результат деления частоты 200,26 МГц на 2000. Частота на выходе — 100,13 кГц.

Частотомер смонтирован на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1 мм. Её чертёж показан на **рис. 10**, а размещение элементов — на **рис. 11**. Постоянные резисторы и большинство конденсаторов имеют типоразмер 0805 для поверхностного монтажа. Подстроечные резисторы R21 и R23 — SH-655MCL, подстроечный конденсатор C13 — TZC3P300A110R00. Оксидные конденсаторы C4 и C6 — алюминиевые с проволочными выводами.



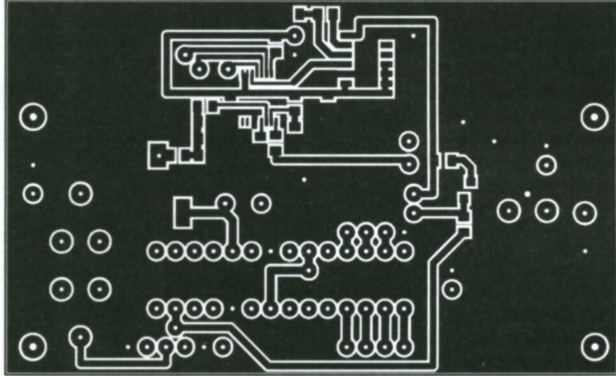
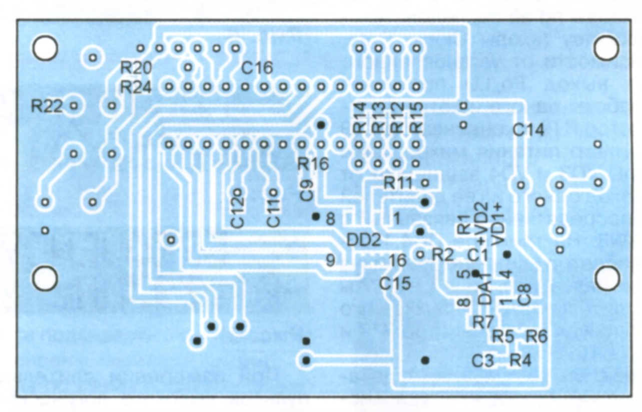


Рис. 10



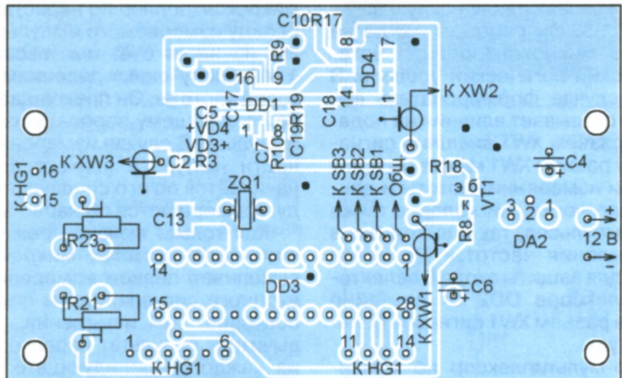


Рис. 11

Разъёмы XW1—XW3 — 24_BNC-50-2-20/133_N [7]. Они соединены с платой отрезками коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом длиной около 100 мм. Кнопки SB1—SB3 — TS-A3PG-130. Индикатор HG1 укреплён над платой на стойках высотой 10 мм винтами М3.

Прибор собран в пластмассовом корпусе Z-28 [8]. На его передней панели вырезано прямоугольное отверстие размерами 70×25 мм для экрана ЖКИ и просверлены три отверстия диаметром 3 мм под кнопки. Сами кнопки установлены на стеклотекстолитовой плате размерами 100×12×1,5 мм, прикреплённой к передней панели с обратной стороны винтами М3. С левой стороны корпуса установлено гнездо питания, а с правой — его выключатель. Входные байонетные разъёмы размещены на задней стенке корпуса.

Налаживание частотомера заключается в следующем:

— установите подстроечным резистором R21 оптимальную контрастность изображения на экране ЖКИ;

— установите подстроечным резистором R23 необходимую яркость подсветки ЖКИ;

— установите подстроечным конденсатором C13 тактовую частоту микроконтроллера в точности равной 4 МГц. Для этого к разъёму XW1 подключите цифровой частотомер (Ч3-63 или любой другой), включите налаживаемый прибор при нажатой кнопке SB3 (при этом на ЖКИ должна появиться надпись "TEST") и, вращая ротор подстроечного конденсатора C13, добейтесь показаний внешнего частотомера, максимально близких к 100000 Гц. Не забывайте, что погрешность установки этой частоты непосредственным образом влияет на погрешность налаживаемого прибора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ultrafast, 4 ns Single-Supply Comparators AD8611/AD8612. — URL: **http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8611_8612.pdf** (02.11.2015).

2. PLLatinum™ LowPower Frequency Synthesizer for RF Personal Communications LMX2306 550 MHz, LMX2316 1.2 GHz, LMX2326 2.8 GHz. — URL: **http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmx2326.pdf** (02.11.2015).

3. 74HC74, 74HCT74 Dual D-type flip-flop with set and reset; positive edge-trigger. — URL: **http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT74.pdf** (02.11.2015).

4. 74HC151, 74HCT151 8-input multiplexer. — URL: **http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT151.pdf** (02.11.2015).

5. PIC16F87XA Data Sheet 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers. — URL: **http://akizukidenshi.com/download/PIC16F87XA.pdf** (02.11.2015).

6. WH1602B character 16x2. — URL: **http://www.winstar.com.tw/download.php?ProID=22** (17.11.15).

7. Coaxial Cable Connector: 24_BNC-50-2-20/133_N. — URL: **http://www.electroncom.ru/pdf/hs/bnc/24bnc50-2-20_133n.pdf** (16.11.15).

8. Корпус Z-28. — URL: **http://files.rct.ru/pdf/kradex/z-28.pdf** (16.11.15).

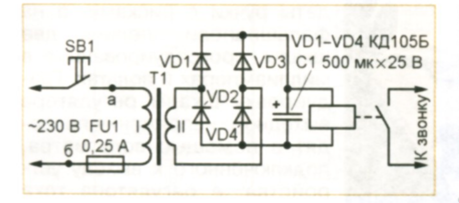
***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint Layout 5.0 и программа микроконтроллера находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/02/f-metr.zip** на нашем FTP-сервере.*

ОБМЕН ОПЫТОМ

Замена сетевого звонка батарейным

Г. ДУДАРЕВ, г. Лосино-Петровский Московской обл.

Если вы хотите заменить обычный квартирный звонок, питающийся от сети, проводным музыкальным с автономным (от гальванической или аккумуляторной батареи) питанием, а вести провода по стене от кнопки до прибора нежелательно, то можно подключить его так, как показано на **рисунке**. Здесь SB1 — кнопка звонка (может быть и старой, оставшейся от прежнего звонка);



T1 — понижающий трансформатор; VD1—VD4 — выпрямительный мост; C1 — оксидный конденсатор, сглаживающий пульсации выпрямленного напряжения; K1 — электромагнитное реле, замыкающие контакты K1.1 которого включены в цепь питания музыкального звонка. Буквами *а* и *б* обозначены концы сетевых проводов, ранее подсоединённые к выводам старого звонка. При нажатии на кнопку SB1 напряжение сети 230 В поступает на первичную (I) обмотку трансформатора. Возникающее при этом напряжение на вторичной (II) обмотке выпрямляется диодами VD1—VD4 и заставляет сработать реле K1, включающее звонок.

Понижающий трансформатор T1 должен быть рассчитан на работу в сети 230 В и иметь вторичную обмотку, выпрямленное напряжение которой под нагрузкой примерно на 20 % превышает напряжение срабатывания (равно произведению тока срабатывания на сопротивление обмотки) применённого реле. Поскольку мощность, потребляемая музыкальным звонком от источника питания, обычно невелика, для его коммутации можно применить практически любое маломощное низковольтное реле, например, РЭС9, РЭС10, РЭС47, РЭС49 и аналогичные импортные с приемлемым напряжением срабатывания. Диоды VD1—VD4 — любые маломощные с прямым током не менее тока срабатывания реле и допустимым обратным напряжением, в 1,5...2 раза превышающем напряжение на его обмотке. ■

Маломощный лабораторный блок питания с функцией зарядного устройства

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В радиолюбительской практике, несомненно, будет востребован маломощный лабораторный блок питания с регулируемым выходным напряжением и ограничением выходного тока в интервале от нескольких до нескольких сотен миллиампер. Его можно применить для питания налаживаемой аппаратуры, собранной на чувствительных к перегрузке по току элементах, а также для зарядки отдельных аккумуляторов или аккумуляторных батарей.

Схема такого устройства показана на **рис. 1**. На микросхеме DA2 собран регулируемый стабилизатор с выходным напряжением 1,25...14 В. Устанавливают выходное напряжение переменным резистором R7. На микросхеме DA1 — параллельном стабилизаторе напряжения, транзисторе VT1 и датчике тока — резисторах R5, R6 — собран ограничитель-стабилизатор тока. Его значение в интервале 6...190 мА устанавливают переменным резистором R5.

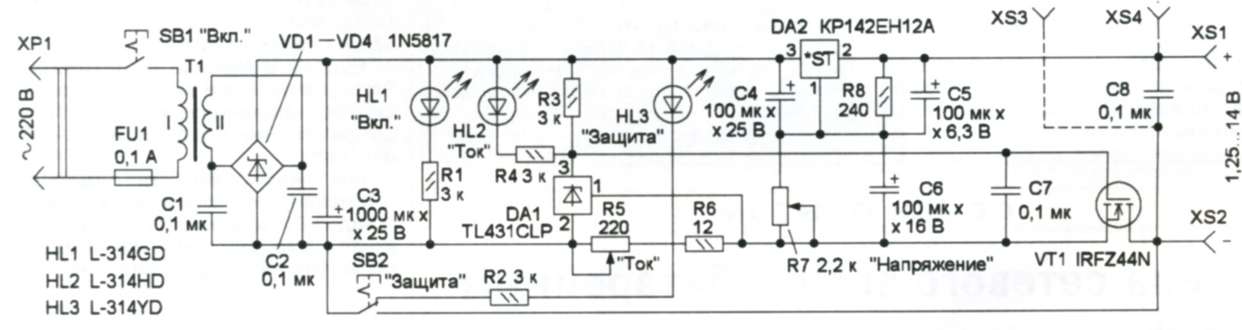


Рис. 1

Напряжение сети поступает на первичную обмотку трансформатора через кнопочный выключатель SB1 и плавкую вставку FU1. Напряжение вторичной обмотки трансформатора выпрямляет мостовой выпрямитель на диодах Шотки VD1—VD4. Конденсатор C3 — сглаживающий, светодиод HL1 сигнализирует о наличии выпрямленного напряжения.

При отключённой защите по току подвижный контакт кнопочного переключателя SB2 находится в нижнем по схеме положении, датчик тока замкнут и через микросхему DA1 протекает небольшой ток (не более 0,3 мА). На выводе 3 этой микросхемы напряжение близко к выпрямленному (около 17 В). Это напряжение поступает на затвор транзистора VT1, поэтому он открыт, сопротивление его канала не превышает сотых долей ома, и всё стабилизируемое микросхемой DA2 напряжение поступает на выходные гнёзда XS1, XS2. В этом режиме с трансформатором ТП-112-3 выходной ток при напряжении до 5 В не должен превышать 600 мА, до 10 В — 400 мА, до 14 В — 150 мА.

В режиме "Защита" подвижный контакт переключателя SB2 находится в верхнем по схеме положении и светодиод HL3 сигнализирует о включении этого режима. В этом случае на управляющий вход (вывод 1) микросхемы DA1 поступает напряжение с датчика тока. Когда это напряжение превысит 2,5 В, на выводе 3 этой микросхемы и затворе транзистора VT1 напряжение уменьшится и транзистор закроется. В результате устройство переходит в режим ограничения (стабилизации) тока, значение которого зависит от сопротивления резистора R6 и введённой части резистора R5: $I_{огр.\ мин} = 2{,}5/(R5 + R6)$, $I_{огр.\ макс} = 2{,}5/R6$. При этом включается светодиод HL2, сигнализируя о том, что устройство работает в режиме стабилизации тока.

Для устройства использован корпус от часов "Электроника 12-41А"(**рис. 2**), поэтому для него и разработана односторонняя печатная плата, чертёж которой показан на **рис. 3**. В этом корпусе уже имеется держатель плавкой вставки. В устройстве применены постоянные резисторы С2-33, Р1-4, переменные — СП3-4аМ, полярные конденсаторы — импортные, остальные — К10-17, К73, светодиоды могут быть любые с диаметром корпуса 3 мм, желательно разных цветов свечения: HL1 — зелёного, HL2 — красного, HL3 — жёлтого, переключатели — П2К. Полевой транзистор IRFZ44N можно заменить транзистором IRFZ34N или аналогичным. Конденсатор C8 установлен на выводах гнёзд XS1 и XS2.

Рис. 2

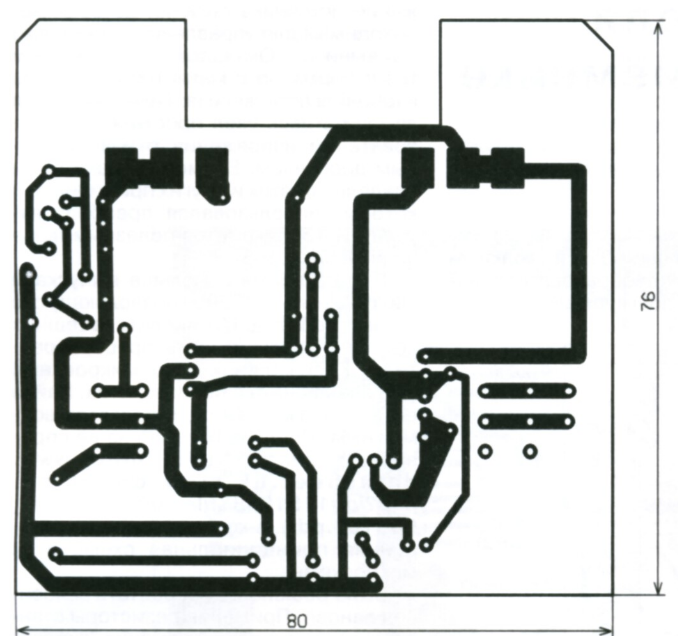


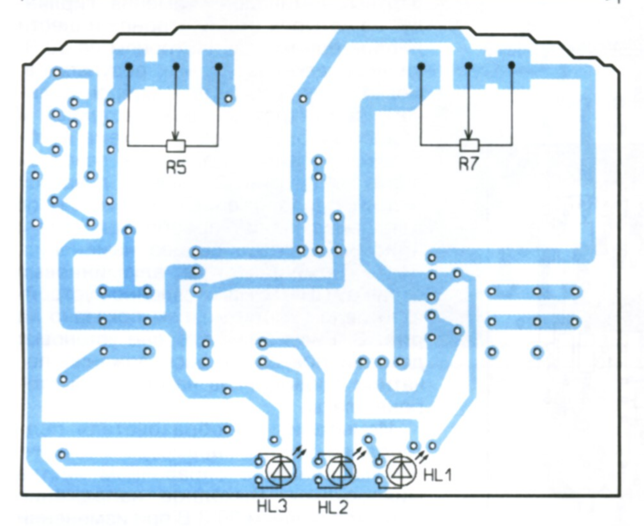
Полевой транзистор и микросхема КР142ЕН12 закреплены на ребристых теплоотводах размерами 25×16×8 мм. Переменные резисторы приклеены к плате эпоксидным клеем со стороны печатных проводников, с этой же стороны припаяны светодиоды.

Оси переменных резисторов выступают из отверстий в передней панели. На оси надеты ручки с рисками, а на фальшпанели сделаны две шкалы, проградуированные в миллиамперах и вольтах. Градуировку шкалы регулятора выходного напряжения проводят с помощью вольтметра, подключённого к выходу устройства, а регулятора тока ограничения, — подключив к выходу регулируемую нагрузку и миллиамперметр.

Для зарядки аккумулятора (аккумуляторной батареи) устройство переводят в режим "Защита", устанавливают требуемое напряжение, до которого его необходимо зарядить, затем устанавливают ток

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru





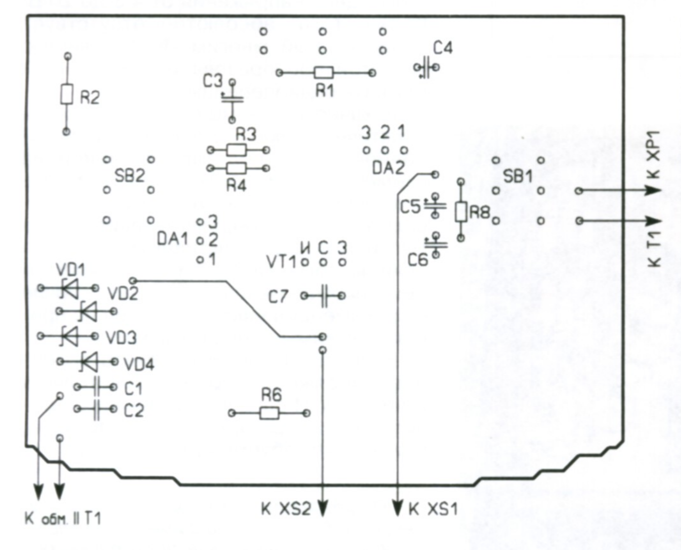


Рис. 3

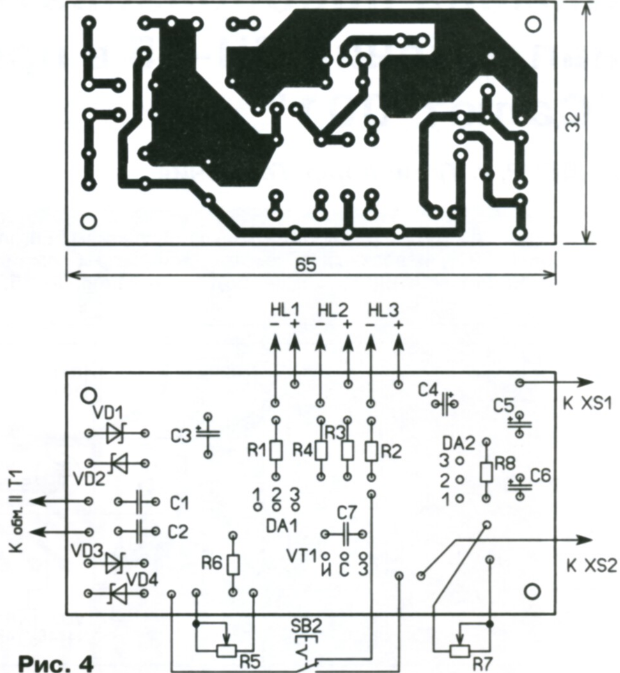


Рис. 4

зарядки и подключают аккумулятор. При этом должен загореться светодиод HL2 "Ток". По мере зарядки яркость свечения этого светодиода станет уменьшаться, пока он совсем не погаснет. Выходное напряжение устанавливают исходя из расчёта 1,4...1,45 В на один Ni-Cd или Ni-MH аккумулятор, а ток зарядки (в миллиамперах) — $I_{зар} = 0,1 \cdot C_а$, где $C_а$ — ёмкость аккумулятора в мА·ч. Для удобства измерения выходного напряжения на задней или одной из боковых стенок устройства можно установить дополнительные гнёзда XS3 и XS4 "Контроль", к которым подключают мультиметр. Если планируется эксплуатация устройства на максимальном токе и продолжительное время, на боковых и задней стенках корпуса желательно сделать несколько десятков вентиляционных отверстий.

Если применить другой корпус, элементы можно установить на плате, чертёж которой показан на **рис. 4**. В этом случае светодиоды, переменные резисторы, гнёзда, переключатель и выключатель могут быть других типов, их устанавливают непосредственно на корпусе. Кроме того, размеры теплоотводов лучше увеличить.

Микросхему TL431CLP можно заменить транзистором серии КТ817 (у него максимальный ток базы — 1 А): вывод 1 — база, вывод 2 — эмиттер, вывод 3 — коллектор. В этом случае интервал тока ограничения изменится ($I_{огр.\ мин} = 0,7/(R5 + R6)$, $I_{огр.\ макс} = 0,7/R6$) и придётся подобрать резисторы R5 и R6 для получения требуемых переделов. Положительная сторона такой замены — уменьшение падения напряжения на датчике тока, отрицательная — ухудшение стабильности тока ограничения. ■

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Замена преобразователя напряжения ПН-15 в приёмнике "Салют-001"

Д. ДЕРР, г. Тройсдорф, Германия

Получив в руки радиоприёмник "Салют-001", известный в некоторых европейских странах также под названием "Euromatic-001", я столкнулся с проблемой преобразователя напряжения ПН-15, повышающего напряжение источника питания до 30 В, необходимых для управления варикапами приёмника. Оказался разрушенным трансформатор с магнитопроводом из карбонильного железа. Появилась идея заменить весь узел простым преобразователем напряжения с накопительным дросселем. Возможно, некоторым владельцам этих и других приёмников, в которых использовался преобразователь ПН-15, покажется полезным полученный опыт.

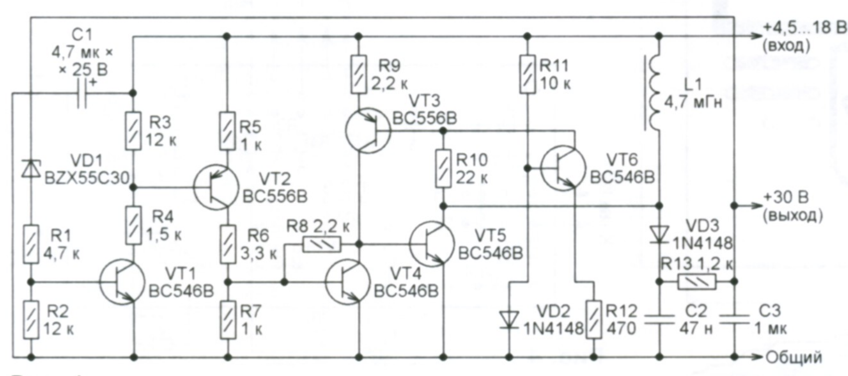
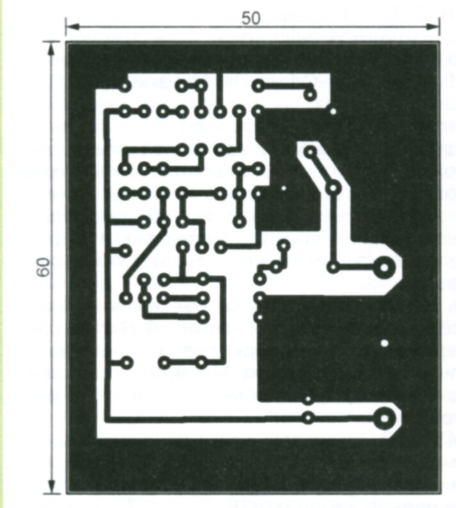


Рис. 1



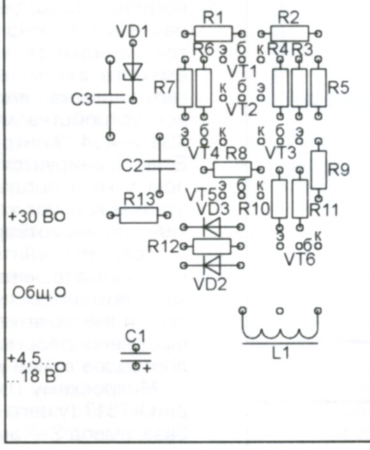


Рис. 2

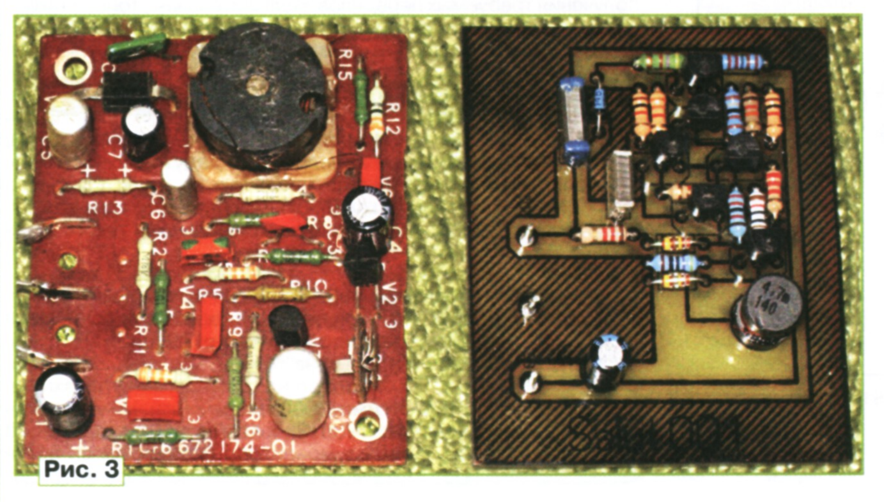


Рис. 3

В своё время в Польше выпускали микросхему UL1520L, позволяющую с очень небольшим числом внешних компонентов построить преобразователь. К сожалению, эта микросхема уже давно снята с производства. Найти её в продаже не представляется возможным. Поисковик вывел на её справочный листок (URL: **http://www.datasheet.hk/view_download.php?id=1151838&file=0074\ul1520l_663163.pdf**), в котором имеется внутренняя принципиальная схема этой микросхемы.

Было решено не изобретать велосипед заново. Применив резисторы стандартных номиналов и заменив "гирлянду" из четырёх стабилитронов и шести диодов одним стабилитроном на 30 В, удалось достичь нужных результатов. Новый преобразователь собран целиком из дискретных легкодоступных и недорогих элементов. Его схема изображена на **рис. 1**, а чертёж печатной платы — на **рис. 2**. Размер печатной платы и расположение на ней контактов для подключения преобразователя к приёмнику остались без изменения, плата помещается в алюминиевый экран от ПН-15. Изготовленное устройство рядом с оригиналом показано на **рис. 3**. Рисунок на стороне установки деталей повторяет расположение печатных проводников на обратной стороне платы.

Испытания преобразователя подтвердили, что его параметры аналогичны указанным в справочном листке микросхемы. Выходное напряжение остаётся равным 30,3 В при изменении питающего напряжения от 4,3 до 20 В. Кроме того, абсолютно отсутствует свойственный многим ПН-15 свист с частотой преобразования, мешающий слушать радиопередачи.

В качестве L1 можно использовать практически любой дроссель промышленного производства указанной на схеме индуктивности либо намотать его самостоятельно. Я применил дроссель на гантелеобразном ферритовом магнитопроводе с активным сопротивлением обмотки 15 Ом. В документации рекомендуется 20 Ом, но отличие от рекомендованного значения не привело к каким-либо проблемам.

Если потребуется изменить выходное напряжение преобразователя, в качестве VD1 следует применить стабилитрон с напряжением стабилизации, близким к требуемому выходному.

***От редакции**. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/02/pn-15.zip** на нашем FTP-сервере.*

РАДИО® ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Организация цифрового радиоканала на трансиверах nRF905

П. РЕДЬКИН, г. Ульяновск

Предлагаемая статья содержит описание внутренней структуры, основных характеристик, принципов работы, пользовательского интерфейса, протоколов взаимодействия, порядка настройки и конфигурирования модулей однокристальных трансиверов nRF905. Содержатся также схемы, алгоритмы и описание работы практического примера использования трансиверов nRF905 — системы двухсторонней передачи данных по радиоканалу "беспроводный кабель". Статья поможет читателям, даже не имеющим опыта применения связи по радиоканалу в своих разработках, в короткие сроки освоить применение трансиверов nRF905.

Однокристальные трансиверы nRF905 [1] пользуются популярностью у разработчиков благодаря своей невысокой стоимости и неплохим характеристикам. На их базе можно строить радиоканалы для передачи цифровой информации на небольшие расстояния. Дальность действия такого радиоканала в условиях прямой видимости может достигать несколько сотен метров. Однако она зависит от рабочей частоты, мощности передатчиков, местной помеховой обстановки и прочих конкретных условий.

Модуль трансивера nRF905 представляет собой миниатюрное электронное устройство, содержащее одноимённую микросхему nRF905, установленную на небольшой печатной плате вместе с кварцевым резонатором, пассивными элементами ВЧ-цепей и цепей питания, миниатюрной рамочной или штыревой антенной, а также разъёмом интерфейса и питания. Внешний вид одного из вариантов такого модуля показан на **рис. 1**, а его принципиальная схема — на **рис. 2**. Номиналы компонентов, зависящие от частотного диапазона, для работы в котором предназначен модуль, указаны в **табл. 1**. Сама микросхема nRF905 в этом смысле универсальна.

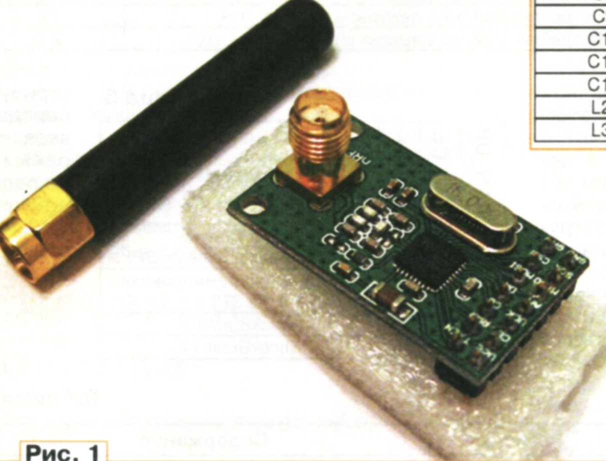


Рис. 1

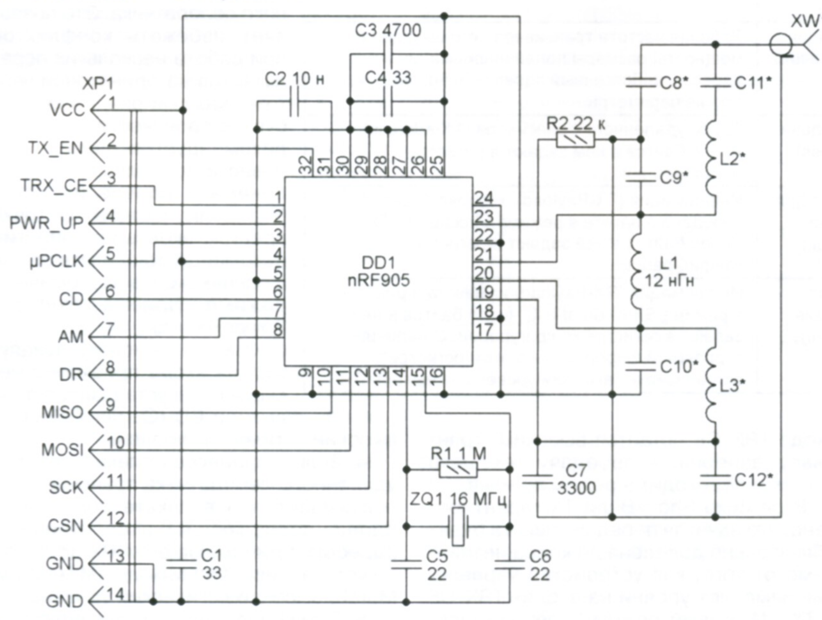


Рис. 2

Помимо аналоговых узлов, микросхема nRF905 имеет в составе и цифровые — набор регистров, обеспечивающий настройку трансивера и управление им, хранение передаваемой и принимаемой информации. Взаимодействие с внешними устройствами (обмен информацией, приём команд) обеспечивает последовательный интерфейс SPI. Кроме того, микросхема имеет несколько цифровых входов и выходов, использование которых внешним управляющим устройством (микроконтроллером) облегчает и ускоряет настройку и организацию обмена по радиоканалу. Основные характеристики микросхемы nRF905 приведены в **табл. 2**.

Таблица 1

Компонент	Диапазон, МГц		
	433	868	915
C8, пФ	Нет	4,7	4,7
C9, пФ	18	5,6	5,6
C10, пФ	18	5,6	5,6
C11, пФ	6,8	22	22
C12, пФ	180	33	33
L2, нГн	39	10	10
L3, нГн	39	12	12

Радиоканал "точка-точка", организуемый с помощью пары трансиверов nRF905, способен обеспечить только симплексный обмен информацией, поскольку в каждый момент используется только одна рабочая частота, одинаковая как для обоих приёмников, так и для обоих передатчиков. По этой причине передатчики не могут работать одновременно без информационных потерь. Однако высокая скорость передачи информации по радиоканалу, создаваемому с помощью трансиверов nRF905, позволяет управляющим ими устройствам организовать двухсторонний обмен с разделением по времени, который для внешних по отношению к трансиверам медленных устройств будет выглядеть практически дуплексным. Полностью дуплексный радиообмен может быть реализован только при использовании с каждой стороны двух трансиверов nRF905, настроенных на разные частоты.

Трансивер nRF905 имеет два активных и два пассивных режима работы. Пассивные режимы могут быть использованы для экономии энергии в паузах между приёмом и передачей информации, а также для настройки и конфигурирования радиоканала.

Активные режимы — приём (ShockBurst RX) и передача (ShockBurst TX). Здесь ShockBurst — название фирменного протокола обмена информацией. К пассивным относят режим отключён-

РАДИО®
РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ
тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2016

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

ного питания (Power Down) и дежурный (Standby). В обоих сохраняется возможность программирования трансивера по интерфейсу SPI. Имеется также так называемый экономичный режим приёма (Reduced Power RX) с меньшим по сравнению с режимом ShockBurst RX током потребления, но со сниженной чувствительностью приёмника. Режим трансивера задают логическими уровнями на его входах управления TRX_CE, TX_EN и PWR_UP в соответствии с **табл. 3**. Режим Reduced Power RX взамен ShockBurst RX включают программно.

Таблица 2

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	1,9...3,6
Рабочая температура, °С	–40...+85
Выходная мощность передатчика, дБм (возможные значения)	–10, –2, +6, +10
Ток потребления в режиме передачи, мА, при указанных значениях мощности	9, 14, 20, 30
Скорость передачи по радиоканалу, КБод	100
Канальный код	Манчестер
Эффективная скорость передачи информации, Кбит/с	50
Диапазоны рабочих частот, МГц	433, 868, 915
Тип модуляции	GFSK
Девиация частоты передатчика, кГц	±50
Шаг сетки частот, кГц: в диапазоне 433 МГц в диапазонах 868 и 915 МГц	 100 200
Возможные значения частоты внешнего кварцевого резонатора, МГц	4, 8, 12, 16, 20
Максимальная тактовая частота интерфейса SPI, МГц	10
Режим интерфейса SPI	0
Потребляемый ток в режиме приёма, мА	12,5
Потребляемый ток в экономичном режиме приёма, мА	10,5
Чувствительность приёмника, дБм: в обычном режиме в экономичном режиме	 –100 –85
Потребляемый ток в дежурном режиме, мкА	27
Потребляемый ток в выключенном режиме, мкА	2,5

В режиме передачи ShockBurst TX трансивер практически без участия устройства управления выполняет все низкоуровневые операции, связанные с формированием и излучением в эфир радиочастотного пакета, состоящего из пользовательской информации и служебных полей. Устройство управления лишь загружает в трансивер пользовательскую информацию и инициирует передачу. Вот типичная последовательность операций в этом режиме:

1. В трансивер, находящийся в дежурном режиме с предварительно установленным высоким уровнем на входе TX_EN, устройство управления загружает по интерфейсу SPI информацию для передачи удалённому трансиверу (TX-payload), а также адрес этого трансивера (TX-address).

2. После этого устройство управления устанавливает высокий уровень на входе TRX_CE, чтобы инициировать передачу. Этот уровень следует удерживать не менее 10 мкс, после чего внутренняя логика трансивера формирует информационный пакет и передаёт его в эфир. Трансивер автоматически генерирует и добавляет к пользовательской информации поля преамбулы, адреса получателя и контрольного кода (CRC). По завершении передачи на выходе DR (Data Ready) трансивера будет установлен высокий уровень, уведомляющий устройство управления, что передача завершена.

3. Если в регистре конфигурации трансивера поле AUTO_RETRAN имеет активное значение, то передатчик трансивера непрерывно повторяет передачу сформированного пакета в эфир, пока устройство управления не установит на его входе TRX_CE низкий уровень.

4. Когда на входе TRX_CE установлен низкий уровень, трансивер завершает передачу текущего пакета и самостоятельно переходит в дежурный режим, ожидая новой установки высокого уровня на входе TRX_CE. Если на вход TX_EN подан низкий уровень, а уровень на входе TRX_CE остаётся высоким, трансивер завершает передачу текущего пакета и переходит в режим приёма.

В режиме ShockBurst TX гарантировано, что начатая передача пакета будет обязательно доведена до конца независимо от того, как устройство управления изменяет уровни на входах TRX_CE и TX_EN. Новый режим будет установлен лишь по завершении передачи.

Таблица 3

PWR_UP	TRX_CE	TX_EN	Режим
0	X	X	Power Down и программирование по SPI
1	0	X	Standby и программирование по SPI
1	1	0	ShockBurst RX
1	1	1	ShockBurst TX

Таблица 4

Регистр	Содержание
Состояние (Status)	Текущее состояние сигналов DR и AM
Конфигурация (RF-Configuration)	Рабочая частота трансивера, его выходная мощность, размеры полей информации и адресов, собственный адрес (RX-Address) и другие параметры
Адрес передачи (TX-Address)	Адрес удалённого трансивера (TX-address). Число байтов в нём задают в регистре конфигурации
Информация для передачи (TX-Payload)	Информация (TX-Payload), которая будет передана в пакете в режиме ShockBurst TX. Число байтов в ней задают в регистре конфигурации
Принятая информация (RX-Payload)	Информация (RX-Payload) из пакета, принятого в режиме ShockBurst RX. Число байтов в ней задают в регистре конфигурации. О наличии корректной информации в этом регистре сигнализирует высокий уровень на выходе DR

По умолчанию передатчик трансивера генерирует несущую только во время передачи пакета. Однако можно настроить передатчик на постоянную генерацию несущей, например, для юстировки антенны или измерения выходной мощности. Для этого уровень на входе TRX_CE нужно непрерывно поддерживать высоким, а в регистре конфигурации трансивера выключить функцию Auto Retransmit. В этом случае после передачи пакета информации трансивер продолжит передавать немодулированную несущую.

В каждом переданном трансивером в эфир пакете информации присутствует автоматически сгенерированная преамбула, добавляемая к пакету для опознавания его начала приёмником. Она представляет собой предопределённую последовательность десяти двоичных разрядов общей длительностью 200 мкс. Временные диаграммы сигналов, иллюстрирующие загрузку информации для передачи и адреса удалённого трансивера, переход из дежурного режима в режим передачи, передачу информации по радиоканалу и возврат трансивера в дежурный режим можно найти в [1].

Типичная последовательность операций приёма информации в режиме ShockBurst™ RX выглядит так:

1. Трансивер переходит в режим ShockBurst RX, когда устройство управления устанавливает на его входе TRX_CE высокий уровень, а на входе TX_EN — низкий.

2. По истечении 650 мкс с этого момента трансивер начинает слушать эфир, чтобы обнаружить несущую удалённого передатчика. Это позволяет избежать конфликтов при работе нескольких передатчиков на одинаковой частоте. Каждый раз, когда требуется произвести передачу, рекомендуется сначала перевести трансивер в режим приёма и определить, свободна ли частота. С точки зрения экономии энергии рекомендуется делать это не в основном, а в экономичном режиме приёма Reduced Power RX.

3. Если трансивер обнаружил на входе приёмника несущую, он устанавливает на выходе CD (Carrier Detected) высокий логический уровень.

4. Если в процессе приёма пакета от удалённого передатчика трансивер обнаруживает, что в пакете содержится адрес, совпадающий с собственным адресом принимающего (RX-address), он устанавливает на выходе AM (Address Match) высокий логический уровень.

5. При совпадении содержащегося в пакете значения контрольного кода CRC

с вычисленным самим трансивером в процессе приёма трансивер делает вывод о корректности принятой информации, удаляет из пакета поля преамбулы, адреса и CRC, а затем устанавливает высокий уровень на выходе DR (Data Ready). После этого принятый пакет доступен управляющему устройству в регистре принятой информации. Если же после установки высокого уровня на выходе AM не последует установки высокого уровня на выходе DR (принятое и вычисленное значения CRC не совпали), то по окончании приёма пакета высокий уровень на выходе AM автоматически сменится низким.

6. Убедившись в готовности принятой информации, управляющее устройство устанавливает на входе TRX_CE низкий уровень, чем переводит трансивер в дежурный режим.

7. Управляющее устройство читает принятую информацию (RX-payload) по интерфейсу SPI с нужной скоростью.

8. Когда вся принятая информация считана, уровни на выходах DR и AM становятся низкими. Это происходит и в том случае, если управляющее устройство переводит трансивер в режим передачи.

9. После считывания принятой информации трансивер готов к переходу в режимы ShockBurst RX, ShockBurst TX или Power Down.

Временные диаграммы сигналов, иллюстрирующие приём входящего пакета, можно найти в [1].

Таблица 5

Команда	Код	Операция
W_CONFIG (WC)	0000AAAA	Запись регистра конфигурации. Значение AAAA указывает, с какого по счёту байта регистра должна быть запущена операция записи. Число записываемых байтов зависит от значения начального адреса AAAA
R_CONFIG (RC)	0001AAAA	Чтение регистра конфигурации. Значение AAAA указывает, с какого по счёту байта регистра должна быть запущена операция чтения. Число прочитанных байтов зависит от значения начального адреса AAAA
W_TX_PAYLOAD (WTP)	00100000	Запись данных для передачи (TX-payload): 1 – 32 байта. Операция записи всегда запускается с байта 0
R_TX_PAYLOAD (RTP)	00100001	Чтение данных для передачи (TX-payload): 1 – 32 байта. Операция чтения всегда запускается с байта 0
W_TX_ADDRESS (WTA)	00100010	Запись адреса удалённого трансивера (TX-address): 1 – 4 байта. Операция записи всегда запускается с байта 0
R_TX_ADDRESS (RTA)	00100011	Чтение адреса удалённого трансивера (TX-address): 1 – 4 байта. Операция чтения всегда запускается с байта 0
R_RX_PAYLOAD (RRP)	00100100	Чтение принятых данных (RX-payload): 1 – 32 байта. Операция чтения всегда запускается с байта 0
CHANNEL_CONFIG (CC)	1000pphc cccccccc	Специальная команда для быстрого задания полей CH_NO, HFREQ_PLL и PA_PWR регистра конфигурации: PA_PWR = pp, HFREQ_PLL = h, CH_NO = ccccccccc
STATUS_REGISTER	Нет*	Чтение содержимого регистра состояния

*) Восемь разрядов содержимого регистра состояния всегда выводятся на линию MISO после спадающего перепада уровня на выходе CSN.

Если в режиме приёма на входе TX_EN установить высокий уровень при таком же уровне на входе TRX_CE, трансивер перейдёт в режим ShockBurst TX и запустит передачу согласно текущему содержимому соответствующих регистров. При изменении уровней на входах TRX_CE, TX_EN во время приёма трансивер немедленно изменит режим работы. Принимаемый пакет информации будет потерян. Чтобы избежать этого, программа управляющего устройства должна периодически проверять состояние выхода AM во время приёма. По результатам этих проверок она должна решить, ожидать ли высокого уровня на выходе DR или сменить режим. Регистр принятой информации очищается при подаче на вход PWR_UP низкого уровня или при подаче на вход TX_EN высокого уровня. Это приводит также к установке низкого уровня на выходах DR и AM.

Во избежание случайных совпадений принимаемой информации с собственным адресом принимающего трансивера (RX-address) производитель рекомендует, чтобы длина этого адреса была не менее 24 двоичных разрядов. При этом каждый байт адреса должен быть уникальным. Повторение байтов в адресе уменьшает его эффективность и увеличивает чувствительность к шуму, что, в свою очередь, увеличивает частоту ошибок в канале связи. Рекомендуется также, чтобы каждый байт адреса содержал несколько изменений уровня (например, 10101100). Следование этой рекомендации тоже уменьшает частоту ошибок.

Таблица 6

Поле	Байт [разряд]	Значение по умолчанию	Описание
CH_NO	0[0:7], 1[0]	108_{10}	Несущую частоту f_{RF}, общую для приёмника и передатчика, задают значениями полей CH_NO и HFREQ_PLL. f_{RF} = (422,4 + CH_NO/10) * (1+HFREQ_PLL), МГц
HFREQ_PLL	1[1]	0	Выбор диапазона: 0 — 433 МГц, 1 — 868 или 915 МГц
PA_PWR	1[2,3]	00	Вых. мощность передатчика: 00 — –10 дБм; 01 — –2 дБм; 10 — 6 дБм; 11 — 10 дБм
RX_RED_PWR	1[4]	0	Экономичный режим приёма (Reduced Power RX): 0 — выключен; 1 — включён
AUTO_RETRAN	1[5]	0	Повторная передача, если на входах TRX_CE и TX_EN установлены высокие уровни: 0 — выключена; 1 — включена
RX_AFW	2[0:2]	100	Размер поля RX-address: 001 — 1 байт... 100 — 4 байта
TX_AFW	2[4:6]	100	Размер поля TX-address: 001 — 1 байт... 100 — 4 байта
RX_PW	3[0:5]	100000	Размер поля RX-payload: 000001 — 1 байт...100000 — 32 байта
TX_PW	4[0:5]	100000	Размер поля TX-payload: 000001 — 1 байт...100000 — 32 байта
RX_ADDRESS	5[0:7]— —8[0:7]	0xE7E7E7E7	Собственный адрес (RX-address). Число используемых байтов зависит от значения поля RX_AFW
UP_CLK_FREQ	9[0:1]	11	Частота на выходе µPCLK: 00 — 4 МГц; 01 — 2 МГц; 10 — 1 МГц; 11 — 500 кГц
UP_CLK_EN	9[2]	1	Внешнее тактирование: 0 — запрещено; 1 — разрешено
XOF	9[3:5]	100	Частота кварцевого резонатора: 000 — 4 МГц; 001 — 8 МГц; 010 — 12 МГц; 011 — 16 МГц; 100 – 20 МГц
CRC_EN	9[6]	1	Проверка CRC: 0 — отключена; 1 — включена
CRC_MODE	9[7]	1	Длина контрольного кода: 0 — CRC-8; 1 — CRC-16

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

В режиме Power Down трансивер неактивен и имеет минимально возможный ток потребления (около 2,5 мкА). В этом режиме тактовый генератор трансивера остановлен.

Дежурный режим Standby используют, чтобы минимизировать энергопотребление трансивера в интервалах между режимами ShockBurst RX и ShockBurst TX. В этом режиме тактовый генератор не прекращает работать. Ток потребления зависит от частоты кварцевого резонатора (от 12 мкА при частоте 4 МГц до 46 мкА при частоте 20 МГц).

Конфигурирование и управление трансивером nRF905 управляющее им устройство производит с помощью команд, передаваемых по интерфейсу SPI, работающему в режиме 0. Для этого в трансивере имеется пять регистров (**табл. 4**). Перечень команд приведён в **табл. 5**. Обмен по интерфейсу SPI может происходить в любом режиме, однако производитель рекомендует выполнять его только в пассивных режимах Standby и Power Down.

Всякий раз, когда устройство управления устанавливает низкий уровень на входе CSN трансивера, он ожидает поступления команды. Каждая новая команда требует нового спадающего перепада уровня на входе CSN. Проводимая управляющим устройством операция чтения или записи взаимодействует с одним байтом или группой байтов нужного регистра трансивера, начиная со стартового адреса АААА, заданного в команде. Первым читается или записывается старший разряд младшего в заданной группе байта.

figuration. Переход в любой из пассивных режимов на содержимое регистров не влияет.

Длительность смены режимов работы трансивера указана в **табл. 7**. Переключение с приёма на передачу и обратно возможно без перепрограммирования регистра конфигурации. Рабочая частота при этом остаётся неизменной.

Тактируется трансивер nRF905 от встроенного генератора, стабилизированного внешним кварцевым резонатором. Вместо встроенного генератора можно использовать внешний, разрешив это в поле UP_CLK_EN регистра конфигурации. Внешний синхросигнал следует подавать на вывод 14 микросхемы, оставив вывод 15 свободным.

функционировать на частотах, лежащих в пределах диапазонов 433, 868 и 915 МГц, каждый модуль трансивера на этой микросхеме рассчитан на работу или в диапазоне 433 МГц, или в диапазонах 868 и 915 МГц. Для какого именно диапазона предназначен конкретный модуль, можно определить по номиналам конденсаторов и катушек индуктивности согласующих ВЧ-цепей, включённых между выводами 20, 21 микросхемы и разъёмом XW1 (см. рис. 2 и табл. 1).

Система передачи информации на базе nRF905

Для иллюстрации практического использования модулей nRF905 рассмотрим аппаратное и программное построение системы двухсторонней передачи информации по радиоканалу "точка-точка" на двух таких трансиверах. Система представляет собой "беспроводный кабель", соединяющий два устройства по интерфейсу RS-232. Она полностью прозрачна для сигналов со стороны интерфейсных разъёмов, но в силу использования радиоканала её пропускная способность по сравнению с обычным проводным кабелем существенно меньше. По этой причине предлагаемая система подходит для связи, например, компьютера только с медленными внешними устройствами — датчиками температуры, давления, влажности, освещённости, присутствия, задымления.

Функциональная схема "беспроводного кабеля" изображена на **рис. 3**. Он состоит из двух аппаратно и программно идентичных приёмопередатчиков с интерфейсами RS-232. В качестве управляющих устройств использованы отладочные платы TE-TM4C123 [2] на основе микроконтроллера TM4C123GH6PZI с ядром Cortex-M4. Кроме микроконтроллера, такая плата содержит цветной ЖКИ с диагональю 1,8 дюйма и разрешением 128×160 точек, четыре светодиода и пять кнопок. Все порты и линии ввода—вывода микроконтроллера выведены на этой плате на две линейки разъёмов.

Таблица 7

Переключение режимов	Максимальная длительность, мкс
Power Down → Standby	3000
Standby → ShockBurst TX	650
Standby → ShockBurst RX	650
ShockBurst RX → ShockBurst TX	550
ShockBurst TX → ShockBurst RX	550

Таблица 8

Частота, МГц	HFREQ_PLL	CH_NO
430,0	0	001001100
433,1	0	001101011
433,2	0	001101100
434,7	0	001111011
862,0	1	001010110
868,2	1	001110101
868,4	1	001110110
869,8	1	001111101
902,2	1	100011111
902,4	1	100100000
927,8	1	110011111

Рис. 3

Временные диаграммы сигналов, иллюстрирующие операции чтения и записи регистров трансивера по SPI, можно найти в [1].

Регистр конфигурации (RF-Configuration) состоит из десяти байтовых ячеек, доступных для чтения и записи. Описание полей этого регистра приведено в **табл. 6**. Доступный для чтения и записи регистр информации для передачи (TX_PAYLOAD) имеет длину 32 байта, а регистр адреса передачи (TX_ADDRESS) — четыре байта. Длина доступного только для чтения регистра принятой информации (RX_PAYLOAD) — 32 байта. Также доступен только для чтения однобайтный регистр состояния STATUS_REGISTER. Его разряд 7 (старший) отображает состояние выхода AM трансивера, а разряд 5 — выхода DR, остальные разряды не используются.

Длина всех регистров фиксирована. Но число байтов, фактически используемых при передаче и приёме в регистрах TX_PAYLOAD, RX_PAYLOAD, TX_ADDRESS и в поле RX_ADDRESS регистра конфигурации, должно быть задано в регистре конфигурации RF-Con-

Выход μPCLK предназначен для синхронизации управляющего микроконтроллера или другого внешнего устройства. Частоту сигнала на этом выходе задают в поле UP_CLK_FREQ регистра конфигурации (см. табл. 6). Она получается делением тактовой частоты трансивера. Следует иметь в виду, что внешняя нагрузка этого выхода увеличивает ток, потребляемый трансивером в режиме Standby.

Выходную мощность передатчика задают в поле PA_PWR регистра конфигурации. При этом необходимо учитывать, что от неё напрямую зависит ток потребления трансивера в режиме передачи (см. табл. 2).

Рабочую частоту для режимов приёма и передачи задают в регистре конфигурации с помощью полей CH_NO и HFREQ_PLL. Её вычисляют по приведённой в табл. 6 формуле. Дискретность установки частоты при HFREQ_PLL=0 — 100 кГц, при HFREQ_PLL=1 — 200 кГц. Примеры значений рабочей частоты и соответствующих им значений CH_NO и HFREQ_PLL приведены в **табл. 8**. Хотя любая микросхема nRF905 способна

Программирование и отладку программы микроконтроллера выполняют с помощью встроенного в плату JTAG-отладчика ICDI с интерфейсом USB. Внешний вид платы TE-TM4C123 показан на **рис. 4**, а её принципиальную схему можно найти по ссылке [2].

Схема приёмопередатчика показана на **рис. 5**. Он состоит из модуля преобразователя уровней сигналов интерфейса MOD-RS232 [3], платы TE-TM4C123, модуля трансивера nRF905 и стабилизатора напряжения питания на микросхеме DA1.

Для подключения микроконтроллера к интерфейсу SPI трансивера использован интерфейс SSI микроконтроллера. Однако эти интерфейсы не полностью совместимы аппаратно. Сигналы, гене-

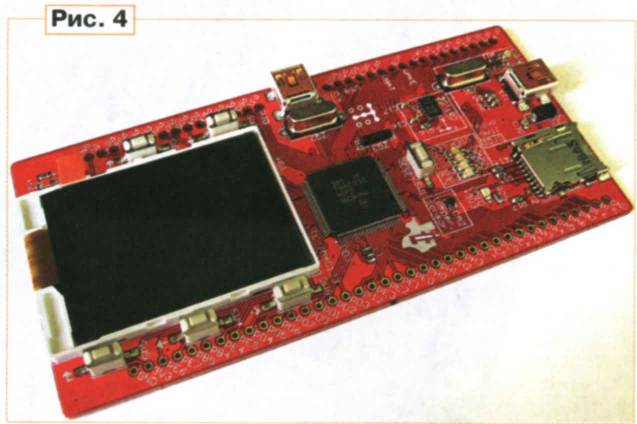
рируемые встроенным в микроконтроллер TM4C123GH6PZI контроллером SSI на выходе PD1/SSI1FSS, не могут быть поданы непосредственно на вход CSN трансивера. По этой причине вход CSN соединён с выходом PD4 микроконтроллера, сигналы требуемой формы на котором генерируются программно.

Напряжение +3,3 В для питания модулей nRF905 и MOD-RS232 вырабатывает имеющийся в модуле TE-TM4C123 стабилизатор из напряжения +5 В, поступающего на этот модуль от стабилизатора на микросхеме DA1. На входе питания приёмопередатчика установлен диодный мост VD1, что позволяет питать устройство постоянным напряжением 7...15 В любой полярности. Ток потребления устройства от источника постоянного напряжения 9 В при максимальной мощности передатчика не превышает 160 мА. Интегральный стабилизатор напряжения DA1 установлен на теплоотводе площадью 2...3 см².

Корпусы для приёмопередатчиков автор не изготавливал, а разработку устройства и его программы вёл на макетах. Внешний вид этих макетов показан на **рис. 6**.

мации при передаче и приёме (по одному байту), собственный адрес трансивера, адрес удалённого трансивера (адрес передачи), частота тактового генератора (16 МГц), длина контрольного кода (один байт) и другие параметры. Чтобы не усложнять обмен информацией, собственный адрес и адрес передачи заданы одинаковыми, по этой причине в системе нельзя использовать более двух приёмопередатчиков.

Рис. 4



Программа проверяет работу трансивера nRF905, читая из него загруженные ранее параметры и собственный адрес. Прочитанные значения несколько секунд отображаются на ЖКИ, как показано на **рис. 7**, чтобы пользователь мог убедиться в нормальной работе интерфейса SSI микроконтроллера и исправности цифровой части микросхемы nRF905.

По завершении проверки трансивер находится в режиме приёма, а программа выполняет короткий цикл слушания эфира, чтобы обнаружить несущую удалённого передатчика. В этом же цикле анализируется программный признак наличия информации для передачи, устанавливаемый при поступлении каждого байта информации по интерфейсу RS-232. Этот признак программа снимает перед передачей поступившего байта в радиоканал.

С появлением в эфире несущей частоты удалённого передатчика (CD=1) программа начинает анализировать в цикле и признак совпадения адресов (AM). Как только он установлен, начинается проверка признака готовности принятой информации (DR). Обнаружив его, программа переводит трансивер в дежурный режим, читает принятый байт по SPI и немедленно передаёт во внешнее устройство по интерфейсу RS-232. Факт приёма байта из радиоканала отмечает короткая вспышка светодиода VD5 на плате TE-TM4C123.

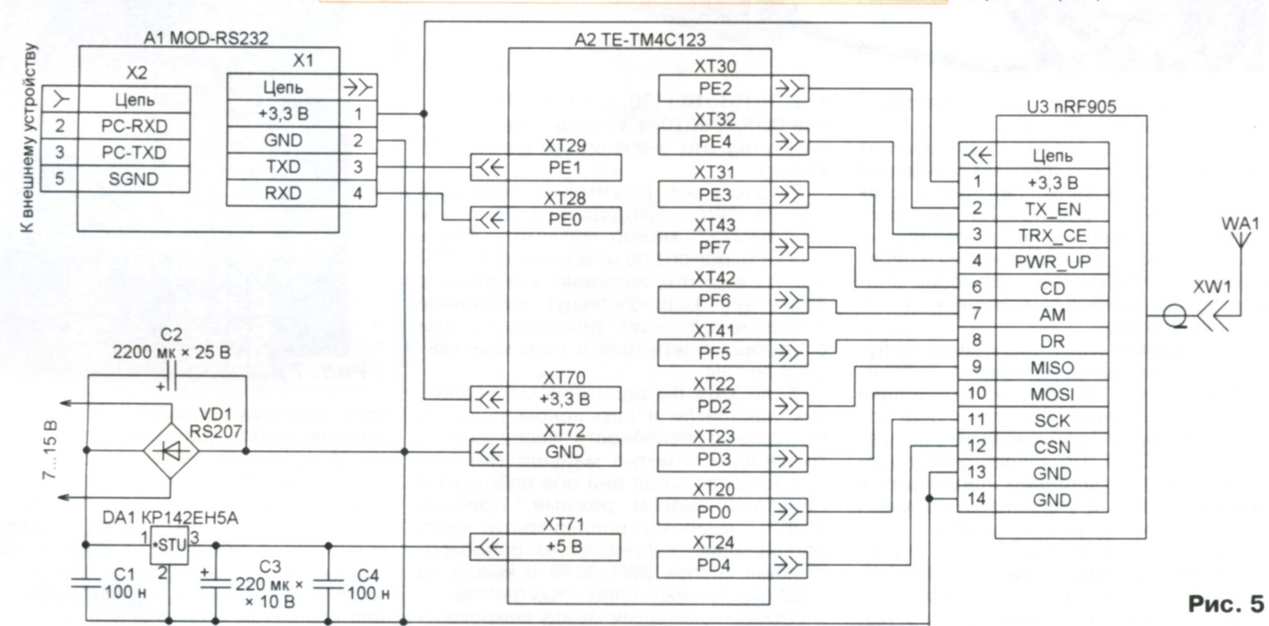


Рис. 5

Управляющая программа микроконтроллера каждого из приёмопередатчиков после включения питания начинает работу с инициализации процессорного ядра, линий ввода—вывода, ЖКИ и используемых периферийных узлов микроконтроллера (аппаратные контроллеры SSI и UART, таймер системных сигналов времени SysTick). Затем она инициализирует подключённый к микроконтроллеру трансивер nRF905, записывая нужные значения в его регистр конфигурации. Это рабочая частота (434,7 МГц), мощность передатчика (+10 дБм), число значащих байтов в адресах получателя и отправителя (по три байта), размеры пакетов инфор-

Следует заметить, что выбранный размер пакета информации, равный одному байту, существенно снижает пропускную способность радиоканала. В этом случае в передаваемых по каналу пакетах, состоящих из преамбулы, трёхбайтного адреса, байта информации и байта контрольного кода, собственно информация занимает весьма незначительное место. Однако в "беспроводном кабеле" каждый поступающий байт необходимо передавать в радиоканал с минимальной задержкой. При неопределённых моментах прихода байтов от внешнего устройства наличие буфера для их накопления и заполнения многобайтного пакета привело бы к неопределённым и недопустимым задержкам передачи в канал порций информации, меньших размера пакета.

Если в цикле слушания эфира при отсутствии несущей (CD=0) программа обнаружит, что установлен признак наличия информации для передачи, она передаёт управление в другую ветвь. Там она переводит трансивер в дежурный режим, загружает в него по SPI имеющуюся информацию, затем переводит трансивер в режим передачи, формируя на линии TRX_CE импульс вы-

Рис. 6

Read RF-Conf reg:
Byte0 = 7B
Byte1 = 0C
Byte2 = 33
Byte3 = 01
Byte4 = 01
Byte5 = AA
Byte6 = DB
Byte7 = 56
Byte8 = 55
Byte9 = 5B
Read TX-address:
Byte0 = AA
Byte1 = DB
Byte2 = 56
Byte3 = 55

Рис. 7

сокого логического уровня длительностью не менее 10 мкс.

Общий радиоканал захватывает приёмопередатчик, первым начавший передачу. Конфликты, связанные с их одновременной работой на передачу, возможны только в случае совпадения моментов передачи управления в передающие ветви алгоритмов обоих приёмопередатчиков с точностью в десятки микросекунд.

Программа ждёт окончания запущенной передачи, проверяя состояние признака DR. О факте передачи байта в радиоканал сигнализирует короткая вспышка светодиода VD8 на плате TE-TM4C123. По завершении передачи (DR=1) трансивер переходит в режим приёма, а управление получает исходный цикл слушания эфира.

Каждый приёмопередатчик может работать в пользовательском (USER) и сервисном (SERV) режимах. Обмен информацией может происходить в любом из них. Режим USER действует по умолчанию после установки микроконтроллера в исходное состояние. Вручную режимы перебирают по кольцу с помощью кнопки SW5 модуля TE-TM4C123.

В пользовательском режиме на ЖКИ отображены только его название USER MODE и заданная скорость обмена информацией по интерфейсу RS-232. После начальной установки это 9600 Бод — "UART RATE = 9600". Никакие настройки в этом режиме недоступны.

В сервисном режиме (SERV MODE) на ЖКИ дополнительно отображены десятичные значения последнего переданного в эфир байта "RADIO_TX = XXXX" и последнего принятого из эфира байта "RADIO_RX = XXXX". При нажатии на кнопку SW6, находящуюся на плате TE-TM4C123, в радиоканал передаётся один из трёх возможных тестовых байтов: 10101010 (170_{10}), 11111111 (255_{10}) или 00000000 (0_{10}). С каждым нажатием на кнопку эти значения сменяются по кольцу.

В этом же режиме с помощью кнопки SW4, находящейся на плате TE-TM4C123, можно вручную выбрать скорость обмена по интерфейсу RS-232 (из стандартных значений в интервале 300—19200 Бод по кольцу). Выбранное значение начинает действовать при следующем переходе в пользовательский режим.

Если хотя бы один приёмопередатчик находится в сервисном режиме, пропускная способность "беспроводного кабеля" заметно меньше той, что достигается, когда они оба работают в пользовательском режиме. Причина этого — микроконтроллер тратит часть процессорного времени на опрос состояния кнопок SW4, SW6 и вывод на ЖКИ переданных и принятых байтов.

Обмен командами между микроконтроллером и трансивером nRF905 программа выполняет с помощью функций записи N байтов в трансивер SPI_Send_data_NRF905(), чтения N байтов из трансивера SPI_Rec_data_NRF905() и записи N байтов с последующим чтением M байтов SPI_Send_Rec_data_ NRF905().

Исходный текст управляющей программы и загрузочный файл Flash-памяти микроконтроллера содержится в папке NRF_SPI приложения к статье. Программа подготовлена и отлажена в интегрированной среде разработки IDE µVision4 V4.72 (бесплатная версия с ограниченным размером кода). Программирование микроконтроллера и отладка программы выполнены с помощью встроенного JTAG-отладчика ICDI.

Правильно собранный приёмопередатчик с запрограммированным микроконтроллером в налаживании не нуждается. Система из двух таких устройств должна начать работать сразу. Если этого не произошло, необходимо выполнить последовательность действий, описанную ниже.

После первого включения питания и завершения предусмотренных в программе начальных процедур убедитесь, что выведенная на экран ЖКИ информация совпадает с показанной на рис. 7. Это даст уверенность в исправности цифровой части микросхемы nRF905 и правильности подключения трансивера к микроконтроллеру.

Далее разместите два приёмопередатчика на расстоянии нескольких метров один от другого в пределах прямой видимости так, чтобы их антенны были параллельны. У одного из них (удалённого) отключите модуль MOD-RS232 от модуля TE-TM4C123 и замкните между собой контакты модуля TE-TM4C123 XT28 (PE0) и XT29 (PE1), создав таким образом "шлейф" для UART микроконтроллера.

У другого (местного) приёмопередатчика, предварительно выбрав кнопкой SW5 сервисный режим, однократно нажмите на кнопку SW6, инициировав передачу в радиоканал тестового байта. На ЖКИ этого приёмопередат-

чика должны практически одновременно появиться надписи, например, "RADIO_TX = 0170" и "RADIO_RX = 0170", что свидетельствует о корректном прохождении информации по радиоканалу, её возвращении через шлейф в удалённое устройство и корректном прохождении в обратном направлении. Если на ЖКИ появляется только надпись "RADIO_TX = 0170", то неисправность (ошибку монтажа) следует искать в цепях подключения трансиверов nRF905 к платам TE-TM4C123 в обоих приёмопередатчиках.

Добившись корректного прохождения информации через шлейф, следует соединить разъём X2 модуля MOD-RS232 местного приёмопередатчика с разъёмом COM-порта компьютера и запустить на компьютере терминальную программу. Автор использовал программу Terminal v1.9. При согласованных скоростях обоих устройств и терминальной программы символы, печатаемые в её передающем окне, должны без искажений и существенной задержки появляться в приёмном окне, что говорит об исправности и корректной работе радиоканала и преобразователя уровней местного приёмопередатчика. Добившись указанного эффекта, следует снять "шлейф" с платы TE-TM4C123 удалённого приёмопередатчика, подключить к ней модуль MOD-RS232 и переставить "шлейф" на разъём X2 этого модуля, замкнув между собой его контакты 2 и 3. Это включит в тракт передачи информации последнее непроверенное звено. Добившись нормальной работы терминальной программы и в этом случае, налаживание системы можно считать завершённым.

При высококачественной радиолинии (прямая видимость, расстояние не более нескольких десятков метров) и максимальной мощности передатчиков трансиверов nRF905 "беспроводный кабель" в режиме USER обеспечивает обмен как одиночными байтами, так и их пакетами без задержек и искажений со скоростью 14400 Бод включительно. Размер пакета при этом ограничен только глубиной аппаратного буфера в микроконтроллере — 16 байт. На скорости 19200 Бод без искажений передаются уже только одиночные байты. Существенно ухудшают пропускную способность "кабеля" и дальность связи препятствия на пути радиосигнала — деревья, стены, перекрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. nRF905 Single chip 433/868/915 MHz Transceiver. Product Specification. — URL: **http://www.nordicsemi.com/eng/Products/Sub-1-GHz-RF/nRF905** (02.11.15).

2. TE-TM4C123. — URL: **https://www.terraelectronica.ru/catalog_info.php?CODE=1210657** (02.11.15).

3. MOD-RS232 schematic in PDF format. — URL: **https://www.olimex.com/Products/Modules/Interface/MOD-RS232/open-source-hardware** (02.11.15).

***От редакции**. Программа микроконтроллера и блок-схема её алгоритма имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/02/nrf905.zip** на нашем FTP-сервере.*

Улучшение параметров УМЗЧ класса D на примере разработки автомобильного усилителя высокого класса

Ю. ИГНАТЬЕВ, г. Ивано-Франковск, Украина

Кроме схемных решений, параметры работы УМ зависят от эффективного преодоления комплекса взаимосвязанных проблем. Одна из них — снижение суммарной задержки в цепи компаратор—драйвер—транзисторы, которая значительно влияет на петлевое усиление и, естественно, на частоту переключения. Физически этот процесс понятен: чем быстрее усилитель реагирует на сигнал ошибки, тем быстрее она устраняется. С другой стороны, с повышением частоты переключения увеличивается соотношение "мёртвого" времени (задержки переключения) к периоду следования импульсов, так как применяется реальный драйвер, а не его идеальная модель, т. е. снижается КПД. При реализации УМ со значением "мёртвого" времени 15 нс при частоте 400 кГц отношение не так уж и мало и составляет 1/83 (1,12 %). Это вносит дополнительную нелинейность, которую нужно исправлять обратной связью. К тому же широко используемые ферриты, как, например, Epcos N87, рекомендуются для работы на частотах до 500 кГц, и превышение этого значения требует специальных мер во избежание перегрева магнитопровода, в частности, снижения индукции. Оптимальной частотой можно признать 400...500 кГц.

Более половины общей задержки приходится на компаратор. Несмотря на заявленные показатели, LM311 вносит около 80...120 нс в зависимости от схемы включения, а LM319 — приблизительно 40...60 нс. При применении AD790 или другого скоростного компаратора общую задержку можно дополнительно снизить, однако частота генерации при этом повысится до 800...1000 кГц.

Некоторую нелинейность вносят распространённые компараторы с открытым коллектором. Она проявляется в виде разности длительности спада и нарастания выходного напряжения. В нашем случае они равны 8 и 28 нс соответственно (с учётом порогового уровня драйвера 2 В), **рис. 20**. При налаживании реального УМЗЧ желательно отрегулировать длительность переключения и задержки.

Рис. 20

Вклад в суммарную задержку вносит и длительность переключения выходных транзисторов. Желательно производить переключение меньшим управляющим током и уложиться по длительности в "мёртвое" время с некоторым запасом. Что интересно, при фиксированном "мёртвом" времени улучшение параметров достигается максимально длительным (а не наоборот, как может показаться) переключением, которое, естественно, не вызывает сквозных токов в выходном каскаде (ВК). Для нашего случая оптимальным было бы достигнуть переключения за 15...20 нс. Такие условия ограничивают номенклатуру применяемых приборов. Так как максимально возможный выходной ток микросхемы драйвера не превышает 1,2 А, чтобы успеть переключить транзистор таким током, накопленный полный заряд затвора у подходящих транзисторов ВК должен быть не более 10...30 нК. Нетрудно проверить, что доступные от разных производителей 100-вольтовые полупроводниковые приборы, не попадающие под такие ограничения, можно сосчитать на пальцах руки.

Важный элемент — выходной индуктор (дроссель). Он должен обладать большим током насыщения, иметь низкие удельные потери на высоких частотах и по возможности минимальный внешний магнитный поток. Подхо-

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2016, № 1

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

дящие материалы для него — N87, N97 от Epcos или CF139 от Cosmofer. Оба производителя выпускают броневые магнитопроводы в типоразмере RM, что позволяет минимизировать внешнее магнитное поле дросселя. Для мощностей в 100 Вт и более желательно применить типоразмер не менее RM10.

Дроссель с магнитопроводом проявляет нелинейность в виде выраженной зависимости его индуктивности от протекающего тока, точнее от индукции, что, в свою очередь, зависит от материала и величины зазора в магнитопроводе. Измерить эту зависимость на практике сложно. На мощности 100 Вт через индуктор течёт ток, достигающий в пике 7 А. Предположим, с некоторым запасом, что при амплитуде тока 10 А уменьшение индуктивности не превышает 0,5 %. В программе *Magnetic design tool* (MDT) от Epcos [8], во вкладке *Core calculation=>DC* BIAS можно узнать минимально допустимый зазор для необходимого тока и число витков провода катушки. При введении данных (материал N87, магнитопровод RM10, ток 10 А, спад индуктивности 0,5 %) программа выдаёт размер зазора 0,98 мм и параметры катушки — 13 витков провода 1,62 мм. Однако намотать таким проводом катушку в один слой, что весьма желательно для снижения паразитной ёмкости, на каркасе RM10 невозможно, оптимальный диаметр провода — около 0,8...0,9 мм. Эмпирическим путём выяснено, что программа MDT выдаёт результатом величину *эффективного* немагнитного зазора, а необходимый физический зазор должен быть несколько больше — около 1,1...1,2 мм.

Описание принципиальной схемы

Полная схема двухканального УМЗЧ с импульсным блоком питания показана на **рис. 21** и **22**.

Для предотвращения взаимовлияния каналов конструкция стереоусилителя спроектирована как "двойное моно" с общим блоком питания, но раздельными для каждого канала вторичными обмотками трансформатора инвертора. Этим же обеспечивается максимально возможное разделение каналов.

Большинство узлов усилителя размещены на печатной плате размерами 160×93 мм. На ней размещены преобразователь-инвертор напряжения (ПН), двухканальный УМ и вспомогательные цепи. С помощью штыревых разъёмов к ней подключены субмодули управления ПН и плата с двумя ШИ-модуляторами.

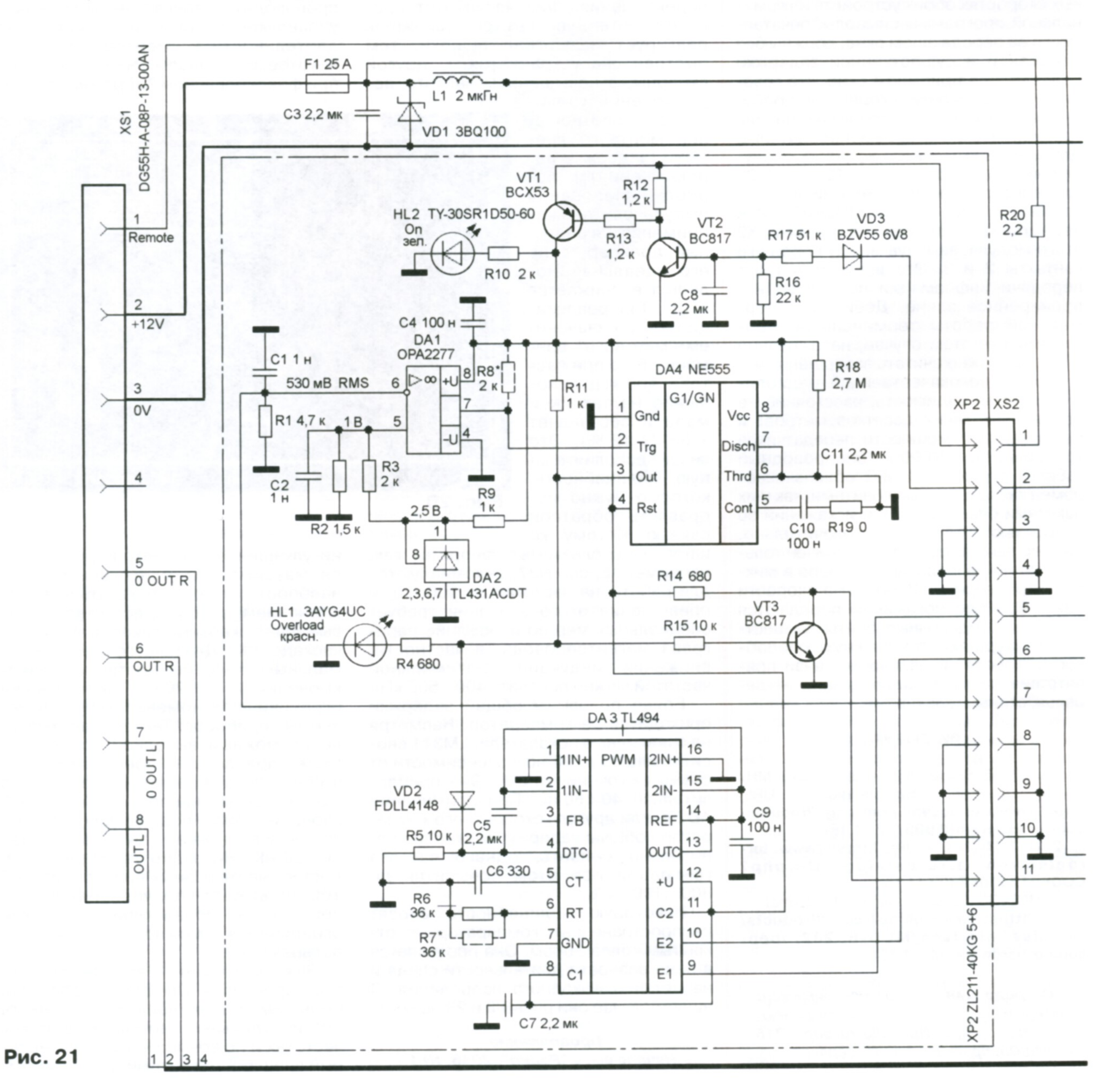


Рис. 21

Для используемого автором корпуса максимальная высота элементов и узлов ограничена до 32 мм. Но подробно о конструкции далее...

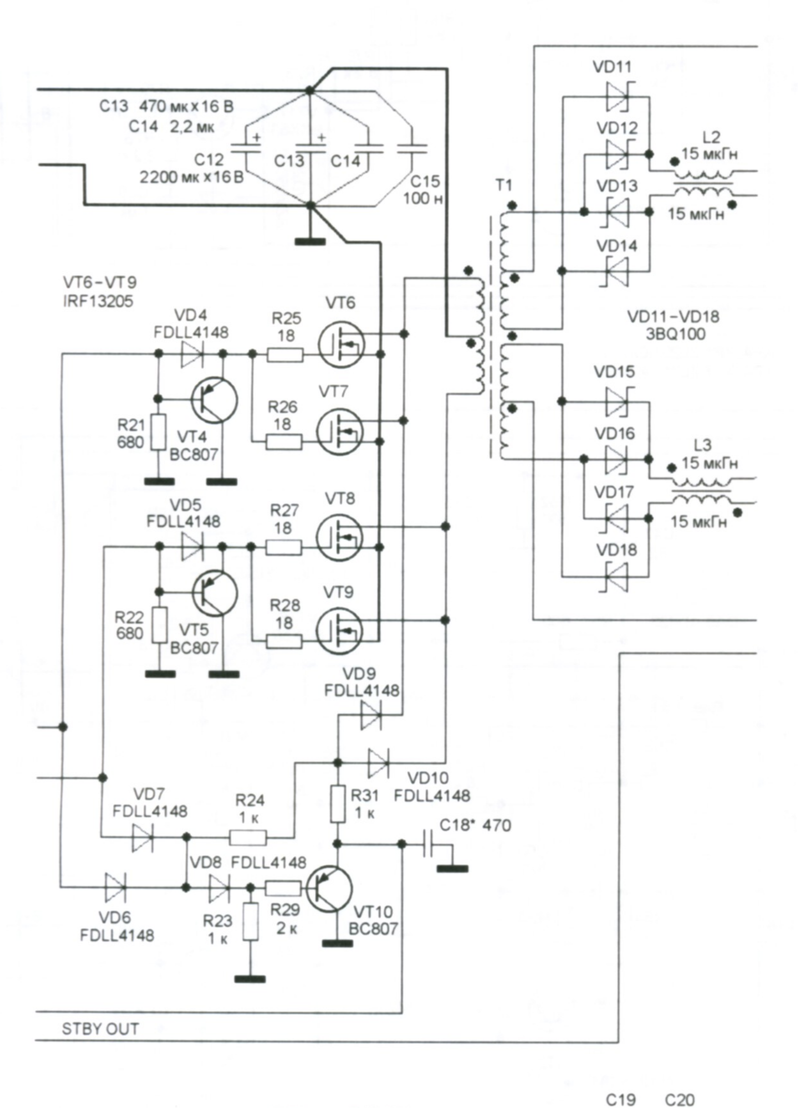
При подаче питания свыше 9,5 В на вход дистанционного включения "Remote" (на разъёме XS1) и наличии напряжения в бортовой сети 12 В срабатывает узел включения на транзисторах VT1, VT2, и питание поступает на драйвер ПН TL494 (DA3), устройство защиты от экстратоков, узел формирования задержки включения после перегрузки на таймере NE555 (DA4), источник образцового напряжения на микросхеме TL431 (DA2) и устройство управления режимом УМ "STBY". ПН стартует и подаёт питание на УМ.

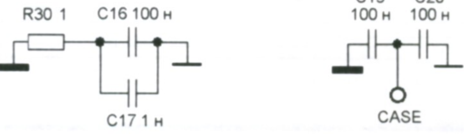
ПН собран по схеме двухтактного каскада "push-pull" с частотой переключения около 50 кГц без стабилизации выходного напряжения. Током в первичных обмотках трансформатора управляют попарно мощные полевые транзисторы IRFI3205 (VT6—VT9). При напряжении бортовой сети 14,6 В на выходах ПН действует номинальное двухполярное напряжение +/−36 В. Сигнал для определения аварийного тока через транзисторы снимается с выводов сток—исток через развязку на диодах VD9, VD10. Кроме того, применён дополнительный транзистор VT10 для обнуления напряжения на сглаживающем конденсаторе C1 (плюс C18*) датчика тока, который срабатывает после каждого полупериода работы ПН, в паузах между управляющими импульсами от микросхемы TL494 (DA3). Таким образом, переходные процессы при закрывании транзисторов не влияют на состояние датчика. Это важно, так как во время плавного старта ПН импульс тока через полевые транзисторы достигает десятков ампер, что вызывает наведение помех на цепи защиты. С применением разряжающего транзистора ёмкость сглаживающего конденсатора можно уменьшить до 1000 пФ, исключив конденсатор C18*, что позитивно сказывается на быстродействии и чувствительности защиты. В режиме холостого хода (без нагрузки) напряжение на датчике тока (около 530 мВ) подаётся на инвертирующий вход ОУ DA1. На неинвертирующий вход подаётся образцовое (опорное) напряжение, получаемое с помощью параллельного стабилизатора на микросхеме TL431 (DA2), резистора R9 и делителя R3R2. Такой интегральный стабилитрон имеет лучшую стабильность выходного напряжения.

Устройство защиты от перегрузки по току настроено фактически на ограничение максимальной мощности около 200 Вт. С делителя R3R2 напряжение 1 В подаётся на неинвертирующий вход ОУ DA1, который работает как компаратор. Если напряжение на датчике тока превысит пороговое значение, на выходе DA1 установится напряжение, близкое к нулю. По спаду напряжения сработает таймер NE555 (DA4), на выходе которого появится высокий уровень напряжения (+12 В). Выход таймера подключён к входу DTC микросхемы TL494 (вывод 4 DA3) через развязывающий диод VD2, поэтому ПН перейдёт в режим ожидания на заданное таймером время — около 3 с. Кроме того, высокий уровень напряжения с вывода 3 таймера включает красный светодиод индикатора "Overload", выведенный на переднюю панель устройства. Это же напряжение с таймера открывает транзистор VT3, который замыкает сигнал STBY OUT на общий провод. ОУ OPA2277 (DA1) можно заменить, например, компаратором LM393, для которого нужно установить дополнительный резистор R8 сопротивлением 2 кОм.

После фиксации превышения тока переключательных транзисторов ПН свыше заданного (в том числе и на старте) ПН может находиться в режиме перегрузки ("Overload") сколь угодно долгое время.

Выходная часть преобразователя построена на двух мостовых выпрямителях на диодах Шоттки 3BQ100 (VD11—VD18) с использованием двухобмоточных дросселей L2, L3. Их наличие объясняется в основном обязательным ограничением тока через транзисторы ПН в момент запуска. Входная и выходная части преобразователя гальванически не связаны, но для снижения взаимных высокочастотных наводок и помех введены блокировочные цепи R30C16C17 и C19C20, соединяющие общие провода (показаны линией разной толщины) ПН и УМ с корпусом усилителя. Для фильтрации выпрямленного напряжения в каждом выпрямителе использованы пары низкоимпедансных конденсаторов C21—C24 ёмкостью по 1500 мкФ, шунтированных (на ВЧ) керамическими конденсаторами C25—C28 ёмкостью 2,2 мкФ.





тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

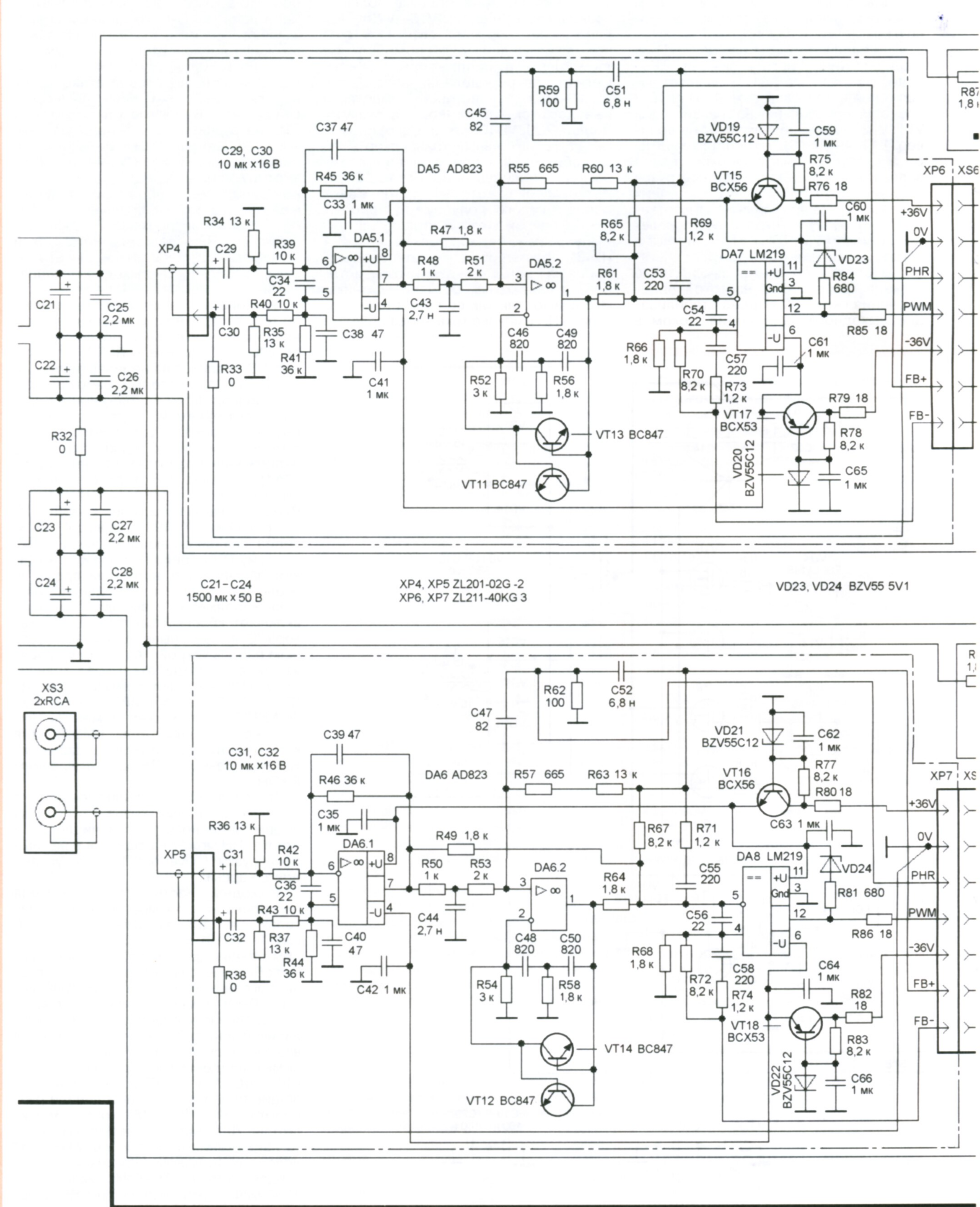
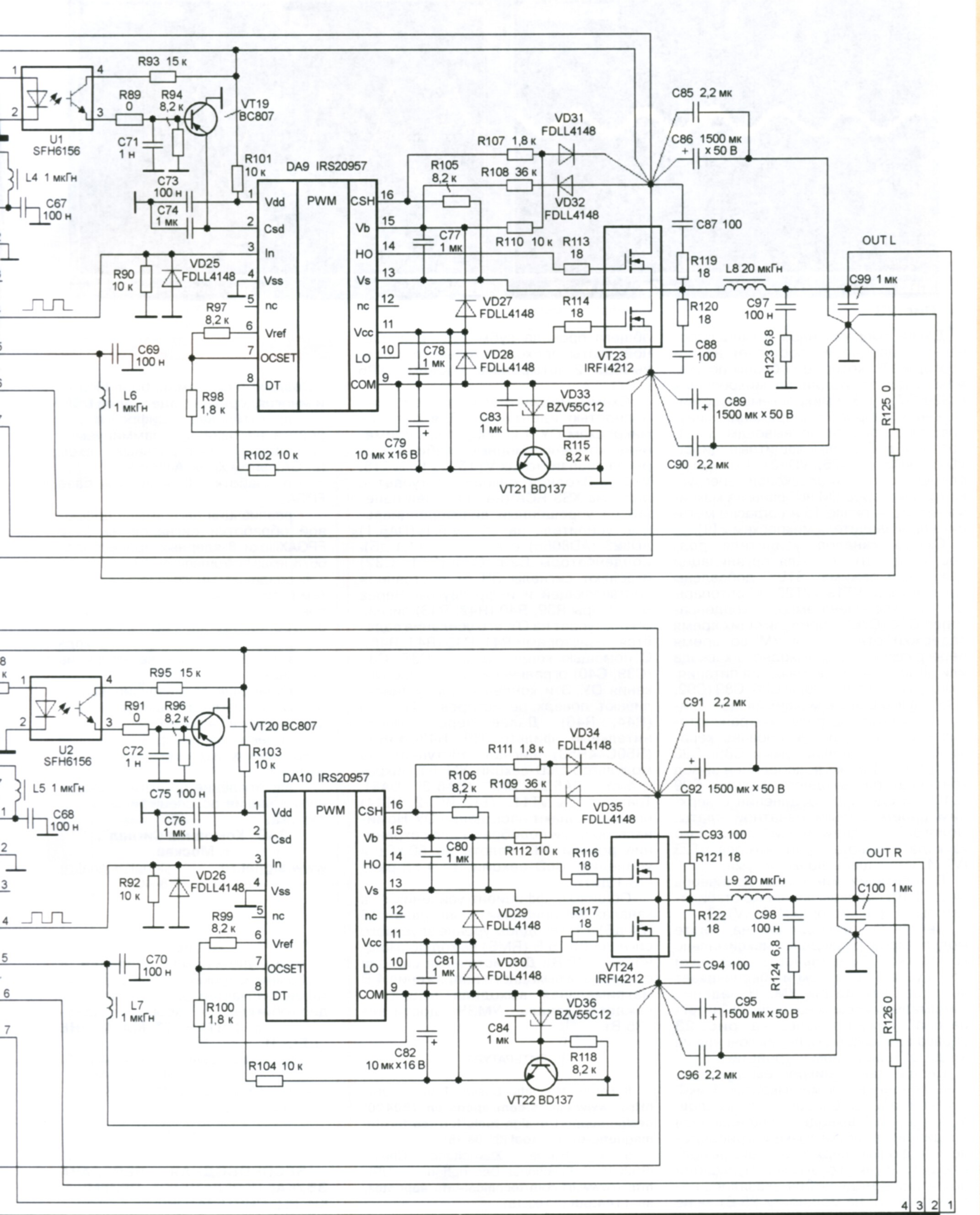


Рис. 22



тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

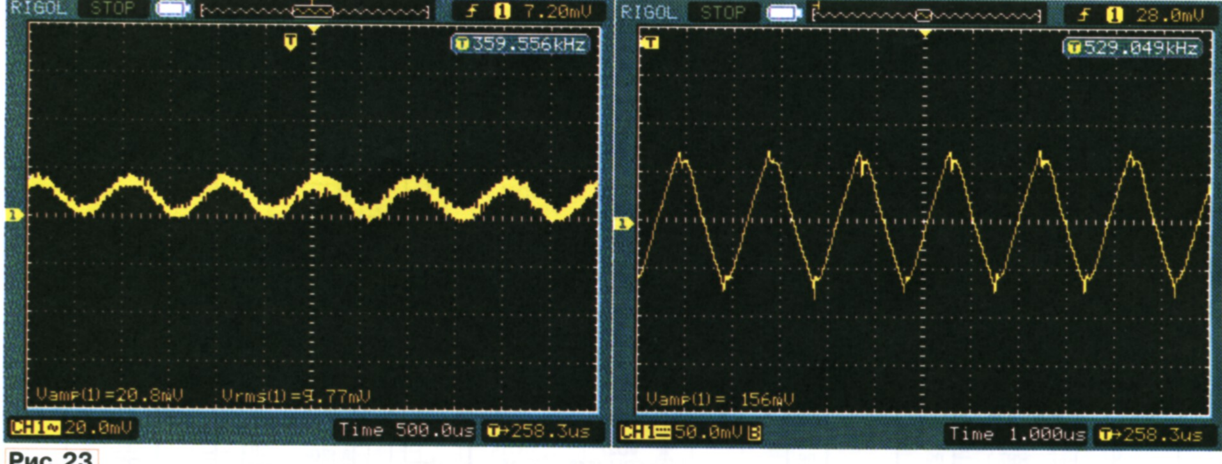


Рис.23

Далее выпрямленное и отфильтрованное напряжение поступает на инверторы УМ, которые собраны по схемам в документации на микросхемы IRS20957 [3]. Эти микросхемы чувствительны к выбросам напряжения минусовой полярности по выводам 3, 11, поэтому добавлены защитные диоды VD25, VD28 (VD26, VD30). Номиналы элементов защиты от токовой перегрузки транзисторов УМ выбраны на максимальный ток около 15 А согласно методике производителя микросхемы [9].

Схемы каналов усилителя полностью идентичны. Для организации дежурного режима "STBY" добавлены транзисторы VT19 (VT20) и оптопары U1 (U2). Увеличена ёмкость конденсаторов C74 (C76), определяющих время задержки отключения УМ во время перегрузки по току выходного каскада или пониженного напряжения питания. Оксидные конденсаторы C86, C89 (C92, C95) размещены в максимальной близости от выводов полевых транзисторов VT23 (VT24) и шунтированы керамическими конденсаторами C85, C90 (C91, C96). Там же подсоединён вывод конденсатора выходного фильтра C99 (C100) и сделано соединение с верхним слоем фольги печатной платы. Полигон "средней точки" выходного каскада и выводы транзисторов VT23 (VT24) уменьшены до минимума.

Для питания микросхем драйверов DA9 (DA10) собраны линейные стабилизаторы на транзисторах VT21 (VT22).

Печатные проводники на плате модуляторов разведены максимально компактно. Правильность разводки этого узла в основном и обеспечивает высокие параметры УМ. Наведение минимальных помех на цепи ОУ "интегратора" нежелательно; на **рис. 23** справа видны помехи переключения на входе ОУ в реальном устройстве.

Цепи питания микросхем шунтированы конденсаторами ёмкостью 1 мкФ в максимальной близости от выводов, а "холодные" выводы конденсаторов соединены в одной точке и присоединены к фольге верхнего слоя, выполняющего функцию экрана. Пульсации по питанию модулятора оказались незначительны: на мощности 25 Вт — не более 10 мВ (на рис. 23 осциллограмма слева). Соединение полигонов общего провода субмодуля и основной платы проходит только в месте вывода 2 штыревого разъёма XP6 (XP7).

Схемы модуляторов каналов тоже полностью идентичны. Для питания микросхем ОУ и компаратора применены компенсационные стабилизаторы на транзисторах VT15, VT17 (VT16, VT18). Входной сигнал поступает с разъёма XS3 RCA (на передней панели) на упрощённый дифференциальный усилитель на ОУ DA5.1 (DA6.1) AD823 (AD8066) с $K_у$ = 3,6 (11,1 дБ). Конденсаторы C29, C30 (C31, C32) отделяют сигналы ЗЧ от постоянной составляющей и инфразвуков. Через резисторы R39, R40 (R42, R43) сигнал ЗЧ поступает на ОУ, его усиление задаётся резисторами R41, R45 (R44, R46). С помощью конденсаторов C37, C38 (C39, C40) ограничена полоса пропускания ОУ. Эти конденсаторы устанавливают поверх резисторов R41, R45 (R44, R46). Далее через дополнительный фильтр НЧ R48C43R51 (R50C44R53) сигнал поступает на модулятор UcD-секции УМ на микросхемах DA5.2, DA7 (DA6.2, DA8). Транзисторы VT11, VT13 (VT12, VT14) предотвращают насыщение ОУ. Номиналы обвязки подобраны для сохранения ровной АЧХ вплоть до 50 кГц и усиления UcD-секции в 4,55 раза (13,1 дБ).

Общий коэффициент усиления $K_у$ в каналах УМ приблизительно равен 16 (24 дБ). При входном уровне звукового сигнала 0,775 В (RMS) выходная мощность — 40 Вт. Для источника сигнала с размахом выходного напряжения 4 В максимальная выходная мощность каждого канала УМЗЧ достигает 135 Вт.

ЛИТЕРАТУРА

8. Ferrite Magnetic Design Tool. — URL: **http://www.epcos.com/epcos-en/180490/design-support/design-tools/ferrites/ferrite-magnetic-design-tool** (31.03.15).

9. Jun Honda, Xiao-chang Cheng. IRS20957S Functional Description. — URL: **http://www.irf.com/technical-info/appnotes/an-1144.pdf** (31.03.15).

(Окончание следует)

Школа звукового вещания МЭИС

С. МИШЕНКОВ, г. Москва

4 февраля 1921 г. был образован Московский электротехнический институт народной связи — первое в России высшее учебное заведение, готовящее инженеров-связистов. За 95 лет, с момента основания, претерпев ряд слияний и разъединений, переподчинений, переименований (МЭИНС — МИИС — МЭИС — МТУСИ), институт выпустил десятки тысяч специалистов-профессионалов, разрабатывающих, выпускающих и эксплуатирующих оборудование связи, и, вообще, всех гражданских и военных отраслей — учёных, разработчиков, инженеров и руководителей самого высокого ранга.

Статья профессора С. Л. Мишенкова посвящена истории подготовки специалистов одного из самых распространённых направлений массовых коммуникаций.

Понятие "школа", "научная школа" обычно подразумевает коллектив, ведущий начало от одного человека, который специализируется в какой-то области и сплачивает единомышленников, обучает их, а они, в свою очередь, расширяют круг. Такой процесс обычен для достаточно узких областей знаний. Бурно развивавшееся радиовещание охватывало широкий круг задач и требовало участия многих, причём каждый должен был быть пионером в своей области. Роднит их всех первоначальное связистское образование, которое зарождалось в России.

Мне очень повезло в жизни в том, что со второго курса МЭИСа я начал знакомиться с сотрудниками кафедры радиовещания, работал в научно-исследовательском отделе (НИО), был дипломником, аспирантом, преподавателем, профессором и до сих пор считаю себя её членом, хотя её объединили с кафедрой телевидения и, параллельно, появилась базовая кафедра Систем и сетей массовых коммуникаций (звуковое, телевизионное вещание и Интернет) Московской городской радиотрансляционной сети и МТУСИ. Мне посчастливилось работать с людьми, начинавшими звуковое вещание в России, слушать их воспоминания. К сожалению, многие уже ушли, но очень хочется вспомнить о них, их рассказы.

В тридцатые годы система инженерного образования в России была весьма своеобразна. Применялся так называемый "Дальтон план" — лекции, практические занятия, лабораторные работы проходили традиционно, но проверка полученных знаний в виде зачётов и экзаменов проводилась по группам, интегрально: отвечал за всю группу один из слушателей, обычно самый молодой, а оценки выставлялись всем. Такой метод позволял получить законченное высшее образование практикам-профессионалам, с трудом усваивающим теорию, которые, в свою очередь, во всяком случае большинство из них, делясь своим опытом, способствовали расширению кругозора всех слушателей, да и преподавателей.

Практически все студенты дневных факультетов должны были работать, а их преподаватели также работали, совмещая преподавание с основной производственной деятельностью. Таким образом, достигалось максимально возможное слияние теории и практики.

Особенно полезным такой метод был при становлении курсов по новым, только нарождающимся специальностям, какими в то время были радиовещание, телевидение, радиопередающие и радиоприёмные устройства.



Владимир Аркадьевич Нюренберг

Общие теоретические курсы теории электросвязи, радиотехники, электронных устройств уже сложились, а специальные курсы начали формироваться.

Кафедра звукового вещания МЭИС была образована в конце 1932 г., первоначально специализировалась на вечернем обучении, а в 1933 г. начались курсы для "дневников". Она была второй, по дате рождения, после кафедры радиопередающих устройств, в "радиоцикле" МЭИС.

Звуковое вещание (в то время применялись термины "радиовещание", "радиофикация") начиналось в России со звукофикации массовых мероприятий в 20-е годы. На площадях Казани и Москвы устанавливались громкоговорители и организовывалась передача "звуковой газеты". В Москве работала звуковая передвижка, оборудование которой (громкоговоритель, усилитель и аккумуляторы) устанавливалось на конной бричке. Источниками сигнала могли быть микрофон, адаптеризованный граммофон, телефонная линия или выход радиоприёмника.

К сожалению, я не нашёл документов с названиями организаций, ответственных за эти услуги, и списков их работников, но Владимир Аркадьевич Нюренберг, у которого мне посчастливилось учиться с третьего курса и до его кончины, рассказывал, как он с Борисом Петровичем Терентьевым мальчишками (приписав себе годы, чтобы взяли на работу) обслуживали передвижку и возили аккумуляторы на стационарные точки.

Им выдавали деньги на извозчика, но если было недалеко, они тащили аккумуляторы и другую аппаратуру на себе, а деньги проедали.

Они вдвоём вспоминали, как готовили первую трансляцию из Большого театра. Где разместить микрофон? Один из старожилов Большого сказал, что есть "волшебная" точка в люстре. Борис Петрович спустился с чердака в люстру и просидел там с микрофоном целый спектакль. Точка действительно оказалась волшебной — в ней фокусировались звуки (акустические помехи) со всего зрительного зала, в которых тонули звуки со сцены.

Микрофон разместили на стойке слева и чуть выше дирижёра. Такое положение он занимал до 40-х годов, до задействования многомикрофонной системы. Ещё не были разработаны акустические основы звукового вещания, и размещение микрофонов производилось интуитивно.

Интуиция основывалась на знании особенностей звучаний различных инструментов, вокала — Владимир Аркадьевич был сыном продавца музыкальных инструментов и окончил частную консерваторию. Умение слушать и анализировать изменения звучания всегда отличало его от других разработчиков аппаратуры звукового вещания. Многих вещателей и меня он приучил, даже проводя любые объективные измерения звуковых трактов, слушать сигналы на выходе тракта. В правильности этого принципа я убеждался не раз (например, при приёмке первой цифровой аппаратуры передачи сигналов звукового вещания по многоканальным системам связи в ЛОНИИСе сигналы воспроизводились с профессионального магнитофона МЭЗ-62 с ленты, заправленной основой, а не магнитным слоем к головкам).

Во время первой трансляции возбудился (засвистел) усилитель. Борис Петрович плюнул на палец и дотронулся до колпачка на верху баллона радиолампы, свист прекратился. Пришлось весь спектакль держать палец на выводе лампы, охлаждая его слюной. Усилитель был фирмы Westrex, один из лучших в мире.

Владимир Аркадьевич мог наслаждаться чистой, незаметной на слух, работой авторегуляторов на передаче, слушая радиоприёмник. Первое, что он сделал, когда я пришёл работать в лабораторию звукового вещания НИО МЭИС в 1965 г., оформил мне постоянный пропуск в Радиодом, куда я хожу до сих пор.

Пути Нюренберга и Терентьева разошлись. Борис Петрович занялся радио-

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

передатчиками, их разработкой, а Владимир Аркадьевич — проводным вещанием и головным трактом (студийным оборудованием, обработкой сигнала), хотя некоторое время он был главным инженером Московской дирекции радиосвязи, объединяющей все радиопередающие и приёмные центры, а перед войной — главным инженером организации, разрабатывающей слаботочное оборудование строящегося Дворца Советов.

Представляю его работу по проектированию систем звукоусиления (уже в ту пору обеспечивающую многоканальную передачу естественных звучаний любых источников звука, от оркестра до землетрясения), синхронного перевода речей ораторов на 28 языков, большого экрана (до 9 м высоты) для показа крупным планом лица выступающего с задержкой не более 500 мс, необходимых для скоростной проявки киноленты и её проекции, телевизионных и киносистем, обеспечивающих наивысшие по тем временам показатели, включая воспроизведение объёмных изображений. "Не хватало только передачи запаха", — любил вспоминать Владимир Аркадьевич.

Система звукового вещания СССР принципиально отличалась от аналогичных систем других стран требованием централизации передаваемой информации на самой большой (1/6 часть суши) территории. Разработку систем передачи сигналов звукового вещания в другие города, контроля состояния тракта до передатчика (так называемой сквозной сигнализации) и полуавтоматической междугородной аппаратной провёл Исаак Евсеевич Горон — тема его дипломной работы, длившейся три года и закончившейся сдачей всей системы в эксплуатацию.

В 30-е годы Исаак Евсеевич проектирует, строит, а затем руководит эксплуатацией Дома звукозаписи — радиовещательного комплекса на улице Качалова, создаёт лабораторию звукозаписи, перерастающую в Институт звукозаписи. Каждый период его деятельности был посвящён наиболее важному в тот момент этапу развития отечественного вещания. По его учебнику 1944 г. готовились вещатели во всех институтах связи.

Все трое работали и параллельно учились. В 1932 г. доцент Б. П. Терентьев открывает кафедру радиопередающих устройств, а в 1933 г. доцент И. Е. Горон — кафедру радиовещания и электроакустики в институте связи, первым преподавателем которой стал В. А. Нюренберг, окончивший в том же году институт связи, а первым лаборантом — К. К. Квашнин, впоследствии дипломник Нюренберга.

И. Е. Горон полностью перешёл на кафедру в 1952 г. В этот период он начинает основополагающую работу по нормированию качества каналов звукового вещания, опирающуюся на субъективно-статистические экспертизы заметности искажений различного типа, вносимых каналами связи. Работа выполнялась в МЭИСе, ЛЭИСе, ЦНИИСе, НИИРе, ВНАИЗе и ГДРЗ. Координирует и участвует во всех разделах работы лично Исаак Евсеевич.

Основополагающий технологический процесс в звуковом вещании — звукозапись, поэтому Исаак Евсеевич организует в НИО института лабораторию магнитной записи звука, которая постепенно переходит на более общие работы по записи информации. Под руководством его и его учеников проводятся работы по физике ленты, по проектированию и созданию профессиональных магнитофонов, первых магнитных накопителей для ЭВМ, аппаратов записи неподвижных и подвижных изображений, бортовых аппаратов для записи телеметрии и сигналов изображений, для последующей трансформации скоростей — медленной передачи по узкополосному каналу связи или, наоборот, для очень быстрой передачи сообщений, затрудняющей их перехват, автоответчиков, феррографии, магнитных методов дефектоскопии.



Исаак Евсеевич Горон

В лаборатории выросли А. Г. Панков, В. Г. Патрунов, М. Г. Арутюнов, И. В. Елагин, В. А. Севрюгин и многие инженеры. Наиболее разносторонним, продуктивным, знающим и способным помочь и объяснить всё и всем был А. Г. Кульгачёв, подготовивший более 150 дипломников. Особенностью Анатолия Григорьевича был не только виртуозный синтез схем различных приборов, но и продуманная технология их изготовления.

В 50—60-е годы на кафедре защитились А. А. Вроблевский, В. И. Пархоменко, З. Н. Резвякова, заложившие основные направления исследований во ВНАИЗе, и легендарный главный инженер МГРС И. А. Шамшин.

Авторитет И. Е. Горона признавался во всём мире, особенно чешскими, австрийскими, немецкими, болгарскими, польскими специалистами, которые активно участвовали в конференциях, организуемых в СССР. Проводя заседания, выслушав докладчиков, он всегда резюмировал сказанное, обобщал информацию всех докладчиков, а затем непременно публиковал тезисы выступлений и решений конференций в периодической литературе.

Он очень много и тщательно редактировал статьи в журналах, отчёты, книги, всегда соглашался оппонировать работы, был очень доброжелательным, докапываясь до замысла автора, иногда невнятно или нерешливо описанного в работе. Иногда я помогал ему: "Вычеркнуть три слова, два переставить — появляется смысл. А теперь, Серёжа, постарайтесь вставить вычеркнутые слова, ведь автор их выбирал". В этом весь Исаак Евсеевич, он был уверен, что каждый автор добросовестен. Он никогда не причинял людям зла, даже своим противникам.

Акустические основы звукового вещания зарождались в 30-е годы на основе классической акустики. На кафедре в разное время работали или сотрудничали профессоры С. Н. Ржевкин, А. В. Римский-Корсаков, И. Г. Дрейзен, А. А. Харкевич, В. В. Фурдуев, М. А. Сапожков, доценты Л. З. Папернов, Н. Т. Молодая.

Нельзя их сравнивать друг с другом, каждый внёс в общую копилку знаний что-то своё, сформировав общее, интегральное понятие акустических процессов генерации звуков, их превращения в электрические сигналы и последующее звуковоспроизведение в зале, на улице, в автомобиле, в комнате, шумном цехе…

С. Н. Ржевкин заложил общеакустические основы звукопередачи, А. В. Римский-Корсаков занимался музыкальной акустикой (звукоизвлечением), И. Г. Дрейзен построил первую теорию звукоусиления, А. А. Харкевич до войны работал над теорией электроакустического преобразования, во время войны занимался теорией звукозаписи и звуковоспроизведения для разрабатываемых в Институте звукозаписи армейских звукопередвижек. Вклад В. В. Фурдуева переоценить невозможно, его "зелёный" учебник служил и служит до сих пор студентам, инженерам, разработчикам, специализирующимся на "звуке".

Мне посчастливилось слушать последний, прочитанный В. В. Фурдуевым в МЭИСе, курс акустических основ звукового вещания в 1961 г. В памяти — весёлый человек, встретивший нас фразой: "Наступил досадный перерыв в каникулах", сразу расположивший к себе ясными предложениями, поясняющими физику работы акустических преобразователей, их акустического оформления, акустических процессов в помещениях (концертных залах, театрах, студиях) и на открытых пространствах, теорию звуковоспроизведения и озвучивания.

В 50—60-е годы Вадим Владимирович занимался архитектурной акустикой, а затем перешёл в НИКФИ, где разработал теорию многоканального звуковоспроизведения, написав об этом одну из первых книг (памятник самому себе, как сказал о ней Б. В. Белкин). Теоретические принципы были воплощены в проекты больших зрительных залов, Дворца Правительства в Варшаве и Кремлёвского дворца съездов (распределённые системы большого и банкетного залов).

Вадим Владимирович пришёл на заседание кафедры в 1965 г. на мою предзащиту, так как он обещал В. А. Нюренбергу быть оппонентом. Он внимательно слушал и задавал вопросы, проясняя себе, да и мне, некоторые положения. Кафедра встретила его с видимым удовольствием.

Когда мы с Владимиром Аркадьевичем принесли реферат в НИКФИ, он, просмотрев его, попросил закрыть дверь в коридор и, сверяясь с записной книжкой, начал рассказывать анекдоты.

Выступление оппонента на защите было просто блистательным, и он рекомендовал присвоить мне "звание, которого я домогался".

Его часто приглашали на различные конференции по акустике, он в совершенстве владел несколькими языками и ездил только в те страны, на языке которых он мог изъясняться. У него было своеобразное хобби — переводить с древнегреческого эротические стихи.

Иосиф Григорьевич Дрейзен после войны работал на кафедре радиовещания ВЗЭИСа, но не порывал связей с нашей кафедрой, участвуя в конференциях и



Константин Константинович Квашнин

заседаниях, часто оппонировал при защитах диссертаций. Он написал несколько книг по электроакустике. Очень познавательны несколько томов, описывающих состояние систем звуковоспроизведения и озвучивания, например, Олимпиады 1936 г. в Берлине, и мысли об их развитии. После войны он написал учебник по электроакустике. Как-то я вёз его на защиту в МЭИС по скользкой Москве на "Запорожце": "Не торопитесь, без нас не начнут". На обратном пути, проезжая через центр: "Помню довоенную оперетту "Жирофле-Жирофля", — он уже не очень хорошо слышал и видел.

(Окончание следует)

Измеритель интенсивности ультрафиолетового излучения

А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина

Ультрафиолетовым называют электромагнитное излучение с длиной волны от 400 до 10 нм (частота — $7{,}5\cdot10^{14}...3\cdot10^{16}$ Гц) [1]. Весь спектр ультрафиолетового излучения по стандарту ISO-DIS-21348 [2] делят на четыре диапазона: ближний — 400...300 нм, средний — 300...200 нм, дальний — 200...122 нм и экстремальный — 121...10 нм. Излучение среднего диапазона практически на 90 %, а дальнего и экстремального диапазонов на все 100 % поглощает земная атмосфера. Следовательно, воздействует на организм человека в основном излучение ближнего диапазона. При большой интенсивности это воздействие становится неблагоприятным и даже опасным. Поэтому её измерение весьма актуально. Согласно санитарным нормам [3], интенсивность ультрафиолетового излучения не должна превышать 5 мВт/см^2.

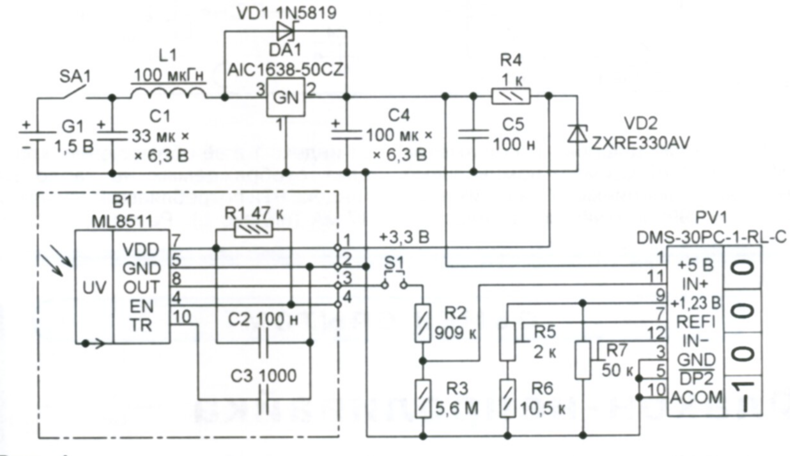


Рис. 1

Схема прибора для измерения интенсивности ультрафиолетового излучения изображена на **рис. 1**. В нём использован датчик ультрафиолета ML8511 [4] с максимальной чувствительностью в ближнем диапазоне. Выходное напряжение датчика прямо пропорционально интенсивности излучения. В отсутствие излучения оно равно 1 В, а при его интенсивности 15 мВт/см^2 достигает 2,75 В.

Цифровой вольтметр PV1 измеряет напряжение на выходе датчика. Его предварительно масштабируют с помощью делителя напряжения R2R3. Ноль шкалы вольтметра и его чувствительность устанавливают соответственно подстроечными резисторами R7 и R5. Расчёт цепей масштабирования и коррекции показаний детально изложен в инструкции по применению микросхемы цифрового вольтметра [5]. При их правильной регулировке нулевой интенсивности излучения на табло вольтметра должно соответствовать значение 0,00, а максимальной интенсивности 15 мВт/см^2 — 15,00.

Измеритель питают от одного гальванического элемента G1 типоразмера AA. Ток потребления — не более 20 мА. Напряжение элемента повышает до 5 В преобразователь на микросхеме DA1. Питание датчика B1 напряжением 3,3 В обеспечивает стабилитрон VD2 .

Настройка измерителя не представляет сложности. Соберите технологический делитель образцовых напряжений +1 и +2,75 В по схеме, изображённой на **рис. 2**. Снимите перемычку S1, подайте на вход делителя R2R3 образцовое напряжение +1 В. Подстроечным резистором R7 установите показания вольтметра равными 0,00. Затем подайте образцовое напряжение 2,75 В и подстроечным резистором R5 установите на табло 15,00.

Поскольку микросхема датчика ML8511 очень миниатюрна и малопригодна для пайки в любительских условиях, в приборе применён готовый модуль с этой микросхемой, установленной на печатной плате размерами 16×16×3 мм (**рис. 3**). Он незначительно дороже самой микросхемы, а работать с ним гораздо удобнее. Детали модуля на рис. 1 заключены в штрихпунктирную рамку.

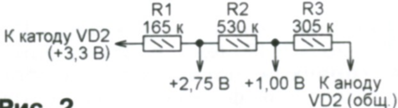


Рис. 2

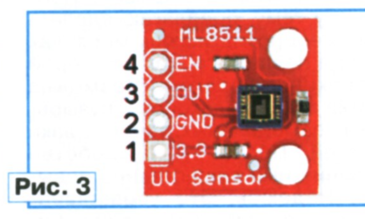
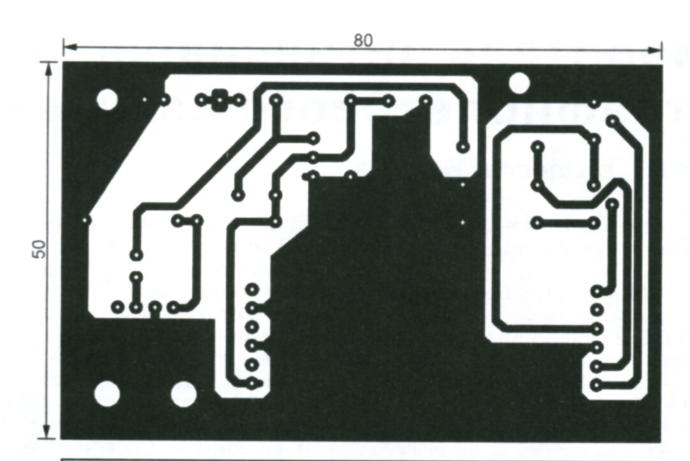


Рис. 3



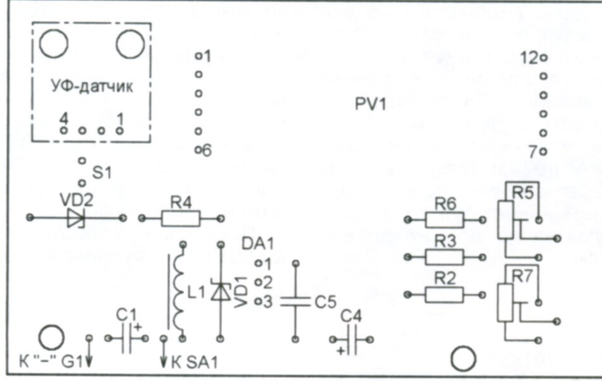


Рис. 4

Микросхема цифрового вольтметра DMS-30PC-1-RL-C имеет номинальный интервал измеряемого напряжения −1,999...+1,999 В, о чём свидетельствует индекс 1 в её обозначении, красный цвет отображаемых на табло цифр (индекс R) и потребляемый ток не более 17 мА (индекс L). Резисторы R2 и R3 должны быть с допуском не хуже ±0,5 или ±1 %. Подстроечные резисторы R5 и R7 лучше применить многооборотные. Печатная плата измерителя показана на **рис. 4**.

В заключение хочу отметить, что описанный прибор можно с успехом использовать для проверки степени поглощения ультрафиолетового излучения солнцезащитными очками. Сначала измерьте интенсивность излучения при открытом датчике, а потом закройте его линзой от очков. Разность показаний и покажет эффективность обеспечиваемой очками защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рябцев А. Н.** Ультрафиолетовое излучение. //Физическая энциклопедия. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1998, т. 5, с. 221.

2. International Standard ISO 21348. Space environment (natural and artificial). Process for determining solar irradiances. — URL: **http://www.spacewx.com/Docs/ISO_21348-2007.pdf** (18.09.15).

3. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. № 4557-88). — URL: **http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/47/47650/index.htm** (18.09.15).

4. ML8511-00FC. Reference Board Manual for UV Sensor (QFN). — URL: **http://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Rohm%20PDFs/ML8511-00FC_RefBrd_Manual-01.pdf** (18.09.15).

5. DMS Application Note 12. Signals with Zero Offsets. — URL: **http://www.datelmeters.com/data/meters/dms-an12.pdf** (18.09.15).

ОБМЕН ОПЫТОМ

Флакон-непроливайка

А. КАРПАЧЕВ, г. Железногорск Курской обл.

В статье "Хранение флюсов" ("Радио", 2012, № 6, с. 35) её автор **А. Горячкин** поделился способом изготовления флаконов с кисточкой для хранения жидкого флюса. Продолжая эту тему, предлагаю сделать флаконы неопрокидывающимися, как поступил я после того, как во второй раз опрокинул флакон. Возможна доработка любых флаконов и пузырьков — как самодельных, так и от лака для ногтей. После этого удобство пользования ими существенно повышается. Надеюсь, это усовершенствование оценят многие радиолюбители.

Почти каждый радиолюбитель не раз сталкивался с таким неприятным событием, как опрокидывание флакона с жидким флюсом от случайного толчка во время работы. В результате его содержимое выливается на рабочий стол. Предельно ясно, почему это происходит. Центр тяжести флакона расположен высоко, а площадь его основания маленькая.

Я предлагаю увеличить площадь основания, приклеив к дну флакона пластину, вырезанную из любого материала — алюминия или другого металла, пластика, фанеры. Подойдёт даже плотный картон, хотя срок службы такого основания будет невелик. Приклеивать можно любым клеем, предназначенным для склеивания стекла с материалом, из которого сделана пластина, например, "Моментом" или термоклеем. Понятно, что размер основания должен быть тем больше, чем выше флакон. Если он от лака для ногтей, то при диаметре основания 4...5 см случайно его опрокинуть практически невозможно.



Использование в качестве основания подходящей крышки от чего-либо создаст дополнительное удобство — в неё можно временно класть какие-либо мелкие предметы или же припой и твёрдую канифоль. Именно этот вариант изображён на **фотоснимке**. ■

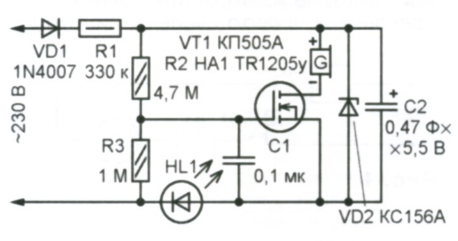
Сигнализатор отключения сетевого напряжения

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Устройство (его схема представлена на **рисунке**) работает следующим образом. При включении в сеть выпрямленным диодом VD1 током через резистор R1 начинает заряжаться ионистор C2. Напряжение, до которого он заряжается, ограничено на уровне примерно 5,5 В стабилитроном VD2. До достижения этого напряжения ток протекает через ионистор, а в дальнейшем — через стабилитрон. О наличии напряжения в сети сигнализирует светодиод HL1, через который протекает ток параллельной цепи C2VD2.

Одновременно с ионистором начинает заряжаться конденсатор C1. Через резистор R2 к нему приложено напряжение положительной полярности, а с катода светодиода HL1 через резистор R3 — отрицательной. Результирующее напряжение на конденсаторе C1 и, следовательно, на затворе полевого транзистора VT1 близко к нулю, и он закрыт. Через несколько минут ионистор заряжается, и сетевой ток начинает течь по цепи VD1R1VD2HL1 (его среднее значение — около 0,5 мА).

При пропадании сетевого напряжения светодиод HL1 гаснет, закрывающее напряжение исчезает и конденсатор C1 заряжается через резистор R2 от ионистора C2. При достижении порогового напряжения открывается транзистор VT1, подключая к ионистору звуковой сигнализатор HA1 с



встроенным генератором ЗЧ. Энергии, запасённой в ионисторе, хватает примерно на 15 с звучания сигнализатора, что вполне достаточно.

Применённый в сигнализаторе транзистор КП505А можно заменить любым другим из этой серии или серии КП501, диод 1N4007 (VD1) — любым другим, способным выдержать обратное напряжение не менее 400 В (например, отечественными КД105, КД209 с любым буквенным индексом). Светодиод HL1 — любого типа, желательно синего цвета свечения (у таких светодиодов прямое падение напряжения — 3...3,3 В). В крайнем случае можно установить два соединённых последовательно светодиода красного или зелёного цвета свечения (у них прямое падение напряжения — 1,8... 2,2 В). Опасаться возможного отрицательного напряжения на затворе не стоит — допустимое напряжение затвор–исток у транзисторов указанных типов равно ±10 В.

Резистор R1 — с мощностью рассеяния не менее 0,5 Вт (из соображений электрической прочности), остальные — любого типа. Ионистор применён импортный (фирмы NEC), но можно использовать и отечественный серии К58, имеющий несколько большие габариты. Звукоизлучатель с встроенным генератором ЗЧ любого типа на напряжение 5 В, например, TR1205у, HPM14AX.

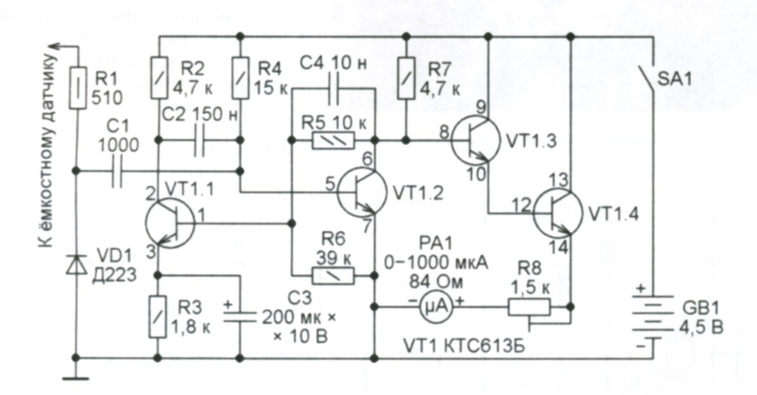
В авторском варианте устройства применены малогабаритные детали, что позволило собрать его навесным монтажом в корпусе евровилки. Звукоизлучатель TR1205у диаметром 12 мм отлично "вписался" в отверстие для сетевого провода. Детали закреплены каплями термоклея.

Собранное из исправных деталей и без ошибок в монтаже устройство в налаживании не нуждается. ■

Тахометр для подвесного лодочного мотора

Н. ЭЛЬМАНОВИЧ, г. Москва

Действие предлагаемого тахометра, схема которого изображена на **рисунке**, основано на известном принципе. Импульсы системы зажигания, число которых на оборот коленвала определяется конструкцией двигателя и точно известно, запускают одновибратор на транзисторах VT1.1 и VT1.2, формирующий импульсы нормированной амплитуды и длительности. Вольтметр, состоящий из составного эмиттерного повторителя на транзисторах VT1.3 и VT1.4, добавочного резистора R8 и микроамперметра PA1, измеряет постоянную составляющую этих импульсов, которая пропорциональна частоте импульсов зажигания и, следовательно, частоте вращения коленвала двигателя.



В отличие от подобных конструкций, опубликованных ранее, все транзисторы этого прибора входят в состав сборки КТС613Б. Прибор имеет напряжение питания 4,5 В и потребляет ток около 2 мА, что значительно меньше, чем у известных мне аналогов, и позволяет питать тахометр от гальванической батареи 3R12.

Тахометр не требует налаживания. Его следует лишь откалибровать, подав на вход импульсы известной частоты. Для этого можно воспользоваться прибором, описанным в моей статье "Формирователь импульсов для калибровки тахометра" ("Радио", 2015, № 3, с. 46). Подстроечным резистором R8 устанавливают стрелку микроамперметра PA1 на деление шкалы, соответствующее частоте калибровочных импульсов. Рекомендую применить проволочный подстроечный резистор СП5-16ВБ или другой с возможностью стопорения оси.

Ёмкостный датчик импульсов зажигания — 15—20 витков изолированного монтажного провода сечением 0,5 мм^2, намотанных вплотную на высоковольтном проводе, идущем к свече зажигания. Свободный конец этого провода длиной не более 1 м подключают к резистору R1 прибора.

Габариты собранного мной тахометра — 90×115×90 мм, масса с батареей питания — 475 г. ■

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Устройство управления насосом подкачки воды

К. СТЕПАНОВ, г. Таганрог

Для выравнивания давления в нестабильных системах водоснабжения нередко используют насос подкачки, особенно это важно для работы газового водонагревателя, требующего для работы автоматики давления воды не менее 0,1 МПа (1 кгс/см^2 или примерно 750 мм рт. ст.). Большое распространение получили недорогие насосы X15G-15 (китайского производства), они с успехом справляются со своими функциями. В комплект входит датчик движения воды, состоящий из геркона, резистора и симистора (**рис. 1**). Защита от сетевых помех, к сожалению, не предусмотрена. Если не сработал датчик движения (а для того чтобы он сработал, необходимо давление не менее 0,1 МПа), предусмотрено ручное включение. В итоге при эксплуатации, если вы вручную включили насос и, закрыв кран, не выключили его, насос очень быстро сгорает (такое чаще всего случается у детей и домохозяек). Кроме того, по сети приходят такие помехи, что симистор может открыться и остаться в этом состоянии, а поскольку краны закрыты, насос также сгорает (что у меня и произошло). Наконец, даже когда всё в порядке, насос зачастую работает зря, так как давление в водосети иногда повышается до того значения, за которое мы платим, и нужды в подкачке нет, а электросчётчик тем не менее крутится...

От всех этих недостатков свободно предлагаемое устройство управления насосом подкачки воды. Совмещённая структурная схема водопровода в доме (от ввода до потребителей — раковины, ванны, сливного бачка и т. п.) показана на **рис. 2**. Здесь А1 — кран, А2 — фильтр очистки воды, А3 — устройство управления насосом, А4 — доработанный манометр (его контакты — SA1), А5 — насос, А6 — датчик движения воды (его состояние передаёт геркон SF1), SB1 — кнопка ручного пуска насоса. Чёрными треугольниками показано направление движения воды.

Манометр, подвергшийся доработке, — стандартный на 6 атм. На фото (**рис. 3**) он показан со снятыми крышкой и стрелкой. Доработка заключалась во введении в него микропереключателя 4 с рычагом 3 и подбору его положения относительно механизма манометра. Микропереключатель закреплён двумя винтами на небольшой поворотной пластине из стеклотекстолита, закреплённой, в свою очередь, винтом 2 на плате 5. Положение микропереключателя относительно кулачка 1 подобрано (при ослабленном креплении поворотной пластины винтом 2) таким образом, чтобы при давлении 0,1 МПа (1 атм.) кулачок переводил микропереключатель в выключенное состояние и в дальнейшем (при повышении давления) скользил по его рычагу 3, не изменяя состояния контактов.

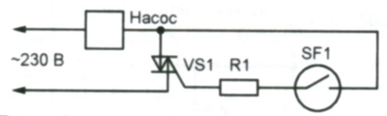


Рис. 1

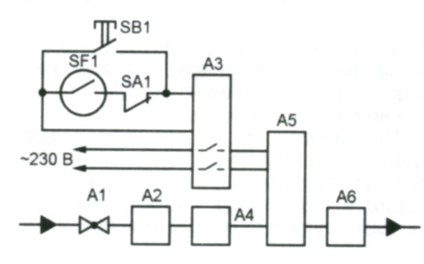


Рис. 2

Механизм доработанного манометра смонтирован на стеклотекстолитовой плате 5 и помещён в стандартную (размерами 100×100×50 мм) электрическую коробку ТУСО для открытой проводки, в дне которой проделано отверстие для кнопки ручного пуска SB1. Все элементы устройства изготовлены из пластика и других неэлектропроводных материалов, сам манометр вкручен в тройник после очистного фильтра А2. Вместо манометра можно использовать СДУ (сигнализатор давления универсальный), но шкалы у него нет.

Принципиальная схема устройства, представляющего собой, по сути, электронный выключатель с фазоимпульсным управлением симистором и стандартным сетевым фильтром, изображена на **рис. 4**. Электродвигатель насоса М1 подключён к сети не непосредственно, а через электронный ключ, функции которого выполняет симистор ТС106-10 (VS1). При положительной полуволне сетевого напряжения его работой управляет аналог однопереходного транзистора, собранный на транзисторах VT1, VT2, а при отрицательной — такое же устройство на транзисторах VT3, VT4. При положительной полуволне двуханодный стабилитрон VD3 создаёт питающее напряжение, плюс которого находится в точке А, а минус — в точке Б. По этой причине диод VD2 закрыт, ток через делитель напряжения R6R7 не течёт и транзисторы VT3, VT4 закрыты. В то же время благодаря цепи R1C1 при замкнутых контактах манометра (SA1), датчика воды (SF1) или нажатой кнопке SB1 (SB2) напряжение на конденсаторе C1 в самом начале полуволны быстро превосходит напряжение в средней точке делителя R3R4 и открывается однопереходный транзистор VT1VT2. При этом конденсатор разряжается через управляющий переход симистора VS1, он открывается и

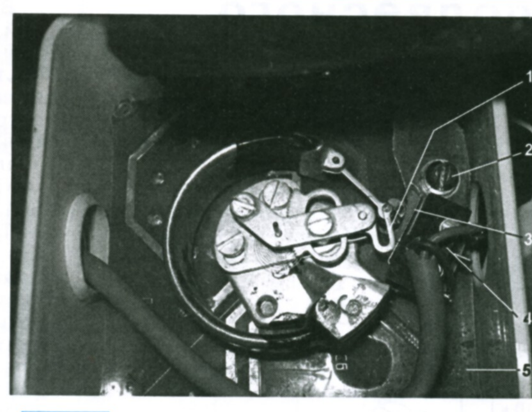


Рис. 3

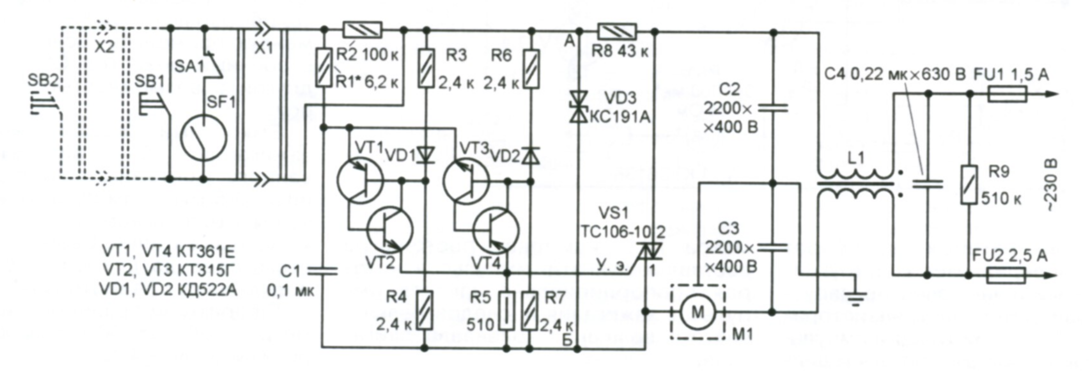


Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38

через двухобмоточный дроссель L1 подключает электродвигатель насоса к сети. В следующий полупериод сетевого напряжения полярность напряжения на стабилитроне VD3 меняется на обратную, открывается однопереходный транзистор VT3VT4, конденсатор C1 вновь разряжается через управляющий переход и т. д.

Если немного понизить (на 7...10 В) переменное напряжение питания насоса, достаточно увеличить сопротивление резистора R1, т. е. изменить постоянную времени цепи (R1+R2)C1 — электродвигатель насоса работает мягче и тише, на производительности это не сказывается. Потребляемый устройством ток не превышает 5 мА.

Симистор ТС106 (гр. 3, 4 и выше) выбран ввиду малых размеров и именно по данной схеме включения открывается в обоих направлениях устойчиво и надёжно. Тем не менее резисторы делителей напряжения надо подобрать с небольшим (желательно 5%-ным) допускаемым отклонением от номинала. Теплоотвод для симистора не требуется. Вместо ТС106-10 можно применить отечественный КУ208В или подходящий импортный. Диоды VD1, VD2 — любые выпрямительные малой мощности. При отсутствии двуханодного стабилитрона (VD3) можно включить встречно-последовательно два стабилитрона с одинаковым напряжением стабилизации. Конденсатор C1 — КМ, МБМ, КЛС, C2, C3 — БМТ-2, C4 — плёночный К73-17 с номинальным напряжением не менее 630 В. Двухобмоточный дроссель L1 намотан на ферритовом (2000НМ1) кольце типоразмера 24×14×10 и содержит 2×20 витков провода ПЭВ-2 0,8.

Детали устройства смонтированы на небольшой (40×30 мм) плате из стеклотекстолита. После монтажа и проверки на работоспособность она помещена в спичечный коробок и залита эпоксидной смолой с добавлением двух капель дибутилфталата. Установлена она вместе с сетевым фильтром (он смонтирован в отдельной коробке ТУСО) вблизи насоса.

При монтаже корпус насоса необходимо соединить с точкой соединения выводов конденсаторов C2, C3 и клеммы заземления. Если кнопки SB1, SB2 размещены на большом удалении от платы устройства, для соединений следует использовать экранированный провод, оплётку которого также необходимо подключить к клемме заземления.

При желании ещё одну кнопку ручного пуска (на схеме — SB2) можно смонтировать на кухне, подключив её через подходящий разъём X2 параллельно кнопке SB1. Поскольку детали устройства гальванически связаны с электросетью, корпус дополнительной кнопки должен быть изготовлен из изоляционного материала.

В работе устройства возможны следующие режимы.

Режим 1. Кран закрыт, датчик движения воды выключен (геркон SF1 разомкнут), контакты манометра замкнуты, устройство выключено, насос выключен.

Режим 2. Кран открыт, давление в водопроводе нормальное (3 кгс/см^2), контакты манометра (SA1) разомкнуты, контакты датчика движения (SF1) замкнуты, устройство выключено, насос выключен.

Режим 3. Давление воды упало и стало менее 1 кгс/см^2, но более 0,1 кгс/см^2. Контакты манометра (SA1) и датчика движения (SF1) замкнуты, устройство включено, насос включён и поддерживает во включённом состоянии датчик движения воды независимо от дальнейшего понижения давления на вводе. Если давление поднялось и стало выше 1 кгс/см^2, устройство переходит в режим 2, а при закрывании крана или прекращении подачи воды выключается.

Режим 4. Давления недостаточно для включения датчика движения воды (SF1 разомкнут), контакты SA1 манометра замкнуты, устройство выключено, насос выключен. Для пуска воды необходимо нажать на кнопку SB1 или SB2 на 4...7 с. Если вода в системе есть, то устройство включит насос и перейдёт в режим 3. Если же вода не течёт, проверьте наличие её в системе водоснабжения, удерживать кнопку нажатой дольше, чем указано, нельзя — это приведёт к порче деталей насоса.

Режим 5. Если по какой-либо причине прекратилась подача воды, а насос работал в автоматическом режиме, контакты SA1 манометра остаются замкнутыми, но размыкается геркон SF1 датчика движения воды и устройство выключает насос, т. е. система переходит в режим 4.

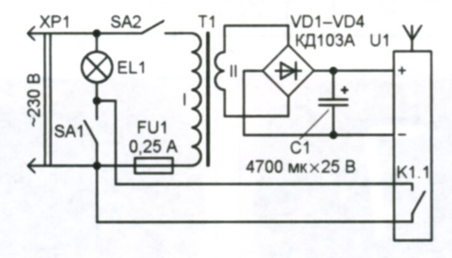
Устройство дистанционного включения ночника

Г. ДУДАРЕВ, г. Лосино-Петровский Московской обл.

Бывает, ночью надо включить свет (например, чтобы принять лекарство, успокоить ребёнка, посмотреть, который час, и т. д.). В подобных случаях пригодится устройство, схема которого изображена на рисунке. К сети 230 В через выключатель SA2 подключается понижающий трансформатор T1. Выпрямленное диодным мостом VD1 и сглаженное конденсатором C1 напряжение вторичной (II) обмотки трансформатора питает радиоприёмное устройство (РПУ) U1. Управляют им не показанной на схеме переносной радиокнопкой, представляющей собой миниатюрный радиопередатчик в виде брелока. При нажатии на кнопку в нём включается красный светодиод. Такой же светодиод зажигается и на РПУ, свидетельствуя о том, что сигнал принят. При этом срабатывает имеющееся в РПУ реле, и его контакты K1.1, замыкаясь, включают лампу накаливания EL1 на несколько секунд. Затем она, а вместе с ней и красный светодиод на РПУ гаснут. Устройство готово к следующему нажатию на радиокнопку.

Выключателем SA1 можно включать и выключать свет, не пользуясь радиокнопкой. Выключатель SA2 необходим для выключения устройства в дневное время суток, чтобы не расходовать лишнюю энергию.

Трансформатор T1 — готовый, желательно с тороидальным магнитопроводом. Переменное напряжение на вторичной обмотке — 12 В при токе нагрузки 100 мА. Диоды VD1—VD4 — любого типа со средним значением выпрямленного тока не менее 100 мА.



РПУ U1 с кнопкой-радиопередатчиком — имеющийся в продаже комплект охранной сигнализации "Астра Р" исполнения Б или БМ (Астра-Р. Устройство беспроводной охранной сигнализации. — URL: **http://www.teko.biz/catalog/262/741/** (04.12.2015)). Его подключают к устройству четырёхжильным кабелем КСПВ (коричневый и белый провода используют для соединения соответственно с "плюсом" и "минусом" источника питания, жёлтый и зелёный — с выводами нормально разомкнутых контактов реле РПУ). Источник питания радиокнопки — литиевый элемент CR2430, его ёмкости хватает как минимум на год работы.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Настенные часы-термометр с цифрами высотой 126 мм

В. СУРОВ, г. Горно-Алтайск

По сравнению с описанными в статье [1] того же автора предлагаемые настенные часы-термометр оснащены яркими светодиодными индикаторами белого свечения с более чем в два раза большей высотой цифр. Предусмотрены возможность гашения незначащего нуля и автоматическое изменение яркости индикаторов в зависимости от внешней освещённости. К часам можно подключить датчик температуры, наличие и тип которого определяются автоматически. Благодаря помехозащищённому алгоритму считывания показаний этот датчик можно вынести на значительное расстояние от часов.

Схема часов изображена на **рис. 1**. Для повышения точности их хода микроконтроллер DD2 (PIC16F873A-I/P) тактируется от внешнего интегрального кварцевого генератора DD1 частотой 8 МГц. Часы выполняют следующие функции:

— отображают текущее время в 24-часовом формате с погрешностью не более 1 с за сутки;

— отображают с дискретностью 1 °С измеренную выносным датчиком температуру от −55 до +125 °С;

— каждые 3 с автоматически заменяют значение времени на индикаторах

Рис. 1



Рис. 2



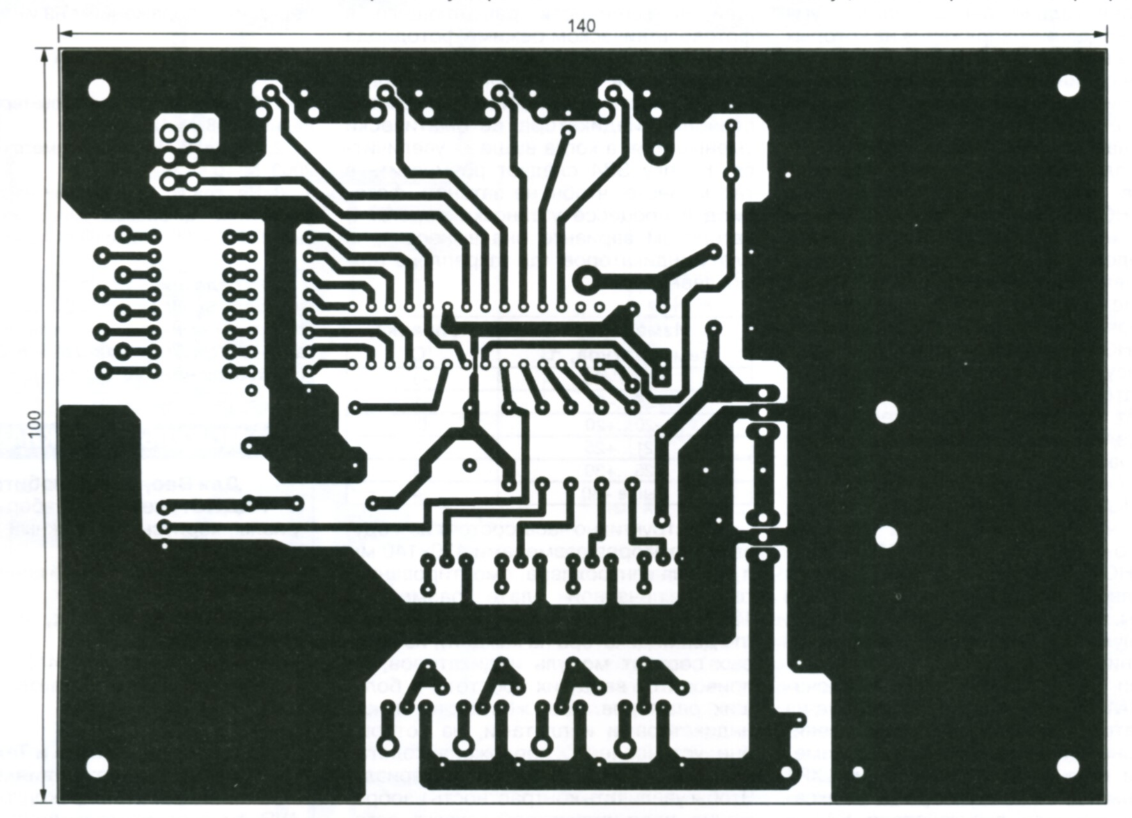
Рис. 3

значением температуры или обратно, но возможно и постоянное отображение величины, выбранной пользователем;

— автоматически изменяют яркость свечения индикаторов в зависимости от внешней освещённости, пороговое значение которой устанавливает пользователь.

Предусмотрены ручная установка часов, минут и коррекция показаний по сигналам точного времени. При снятой перемычке S1 действует автоматическое гашение незначащего нуля. Если есть необходимость отображать незначащий ноль, достаточно установить эту перемычку обратно.

Часы можно питать от любого источника постоянного напряжения 28...30 В. Они потребляют ток не более 60 мА. Автор использовал импульсный источник питания от струйного принтера "Lexmark" . В случае отключения этого источника светодиодные индикаторы гаснут, но счёт времени не прекращает-



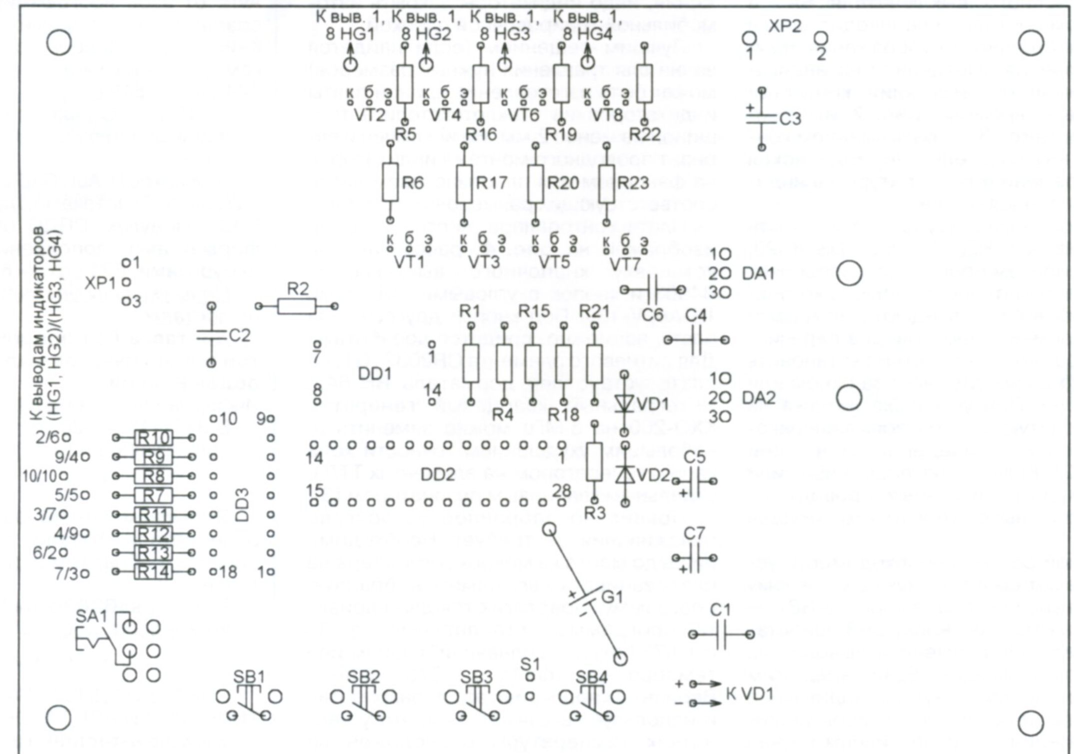


Рис. 4

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ся, так как питание кварцевого генератора и микроконтроллера продолжается от резервного источника — литиевого элемента G1 напряжением 3 В.

Особенность применённых в часах индикаторов A-501W с высотой знака 126 мм (5 дюймов) — в их элементах установлены по семь пар включённых последовательно светодиодов, суммарное падение напряжения на которых превышает 20 В. Это не позволяет соединять индикаторы непосредственно с микроконтроллером, питаемым напряжением 5 В.

Сигналы с выходов RC0—RC7 микроконтроллера поступают на катоды элементов светодиодных индикаторов HG1—HG4 через электронные ключи микросхемы DD3 (ULN2803A). Сигналы с выходов RA0—RA3 микроконтроллера управляют электронными ключами на транзисторах VT1—VT8, поочерёдно подключающими аноды индикаторов HG1—HG4 к цепи питания.

Сразу после включения питания на индикаторы выводятся нули, начинается счёт времени, мигают десятичные точки (элементы DP) индикаторов HG2 и HG3, разделяющие разряды часов и минут. Обратите внимание, что индикаторы HG3 и HG4 должны быть установлены в часы повёрнутыми на 180°. Это связано с тем, что элемент DP индикатора HG3 используется как верхняя точка двоеточия, разделяющего часы и минуты, а такой же элемент индикатора HG4 служит символом градуса при отображении температуры.

Если контакты кнопочного выключателя SA1 разомкнуты, то каждые 3 с на индикаторах значения времени заменяются значениями температуры, измеренной подключённым к разъёму XP1 выносным датчиком, и обратно. Фиксация кнопочного выключателя SA1 в замкнутом состоянии переводит часы в режим постоянного отображения текущего значения выведенной на индикатор в момент замыкания контактов величины — времени (**рис. 2**) или температуры (**рис. 3**). С размыканием контактов выключателя периодическая смена времени и температуры на индикаторе возобновляется.

Датчик температуры может быть любым из DS18B20, DS1822, DS18S20, DS1820, причём программа определяет его тип автоматически. Номера контактов разъёма XP1 совпадают с номерами подключаемых к ним выводов перечисленных датчиков. Его можно установить не только в комнате, но и за окном или на балконе. При установке датчика на улице советую воспользоваться рекомендациями, приведёнными в моей статье [2]. Если он не подключён (или оборван соединительный провод), на индикаторы выводится только текущее время.

Кнопкой SB1 при необходимости устанавливают соответствующее точному времени число часов, а кнопкой SB2 — минут. Нажатие на кнопку SB3 приостанавливает счёт времени и выводит на индикатор ноль минут. Если перед этим нажатием число минут на индикаторе было больше 30, то число часов увеличится на единицу. В противном случае оно останется неизменным. С момента отпускания кнопки счёт времени возобновляется. Когда освещённость в помещении соответствует, по мнению пользователя, пороговой, достаточно нажать на кнопку SB4 и удерживать её до появления на индикаторах прочерков. В EEPROM микроконтроллера будет записано значение, пропорциональное текущей освещённости работающего в фотовольтаическом режиме фотодиода VD1 (ФД-256), которое в дальнейшем используется как пороговое. Когда освещённость ниже пороговой, яркость свечения индикатора автоматически уменьшится, а когда выше — увеличится. Кнопку SB4 следует разместить в таком месте, чтобы не затенять фотодиод в процессе установки порога. В авторском варианте она вынесена на плату индикаторов, где закреплена термоклеем.

Измеренная температура, °С	Поправка, °С
Ниже –25	–3
–25…–21	–1
–20…+20	0
+21…+25	–1
+26…+30	–3
Выше +30	–4

Конструктивно часы состоят из модуля индикаторов размерами 420×140 мм и модуля контроллера, смонтированного на печатной плате размерами 130×100 мм. Чертёж двух печатных плат (по два индикатора на каждой), из которых состоит модуль индикаторов, не приводится ввиду их простоты и больших размеров. Для жёсткости между индикаторами и платами, на которых они установлены, проложена толстая пластина из изоляционного материала. Чтобы увеличить контрастность изображения, надо индикаторы закрыть автомобильной тонировочной плёнкой.

Лучшим решением (если найдётся ванна для травления нужных размеров) может быть изготовление единой платы индикаторов из стеклотекстолита толщиной не менее 2 мм. Не исключён и вариант проводного монтажа индикаторов на фанерном или пластмассовом листе соответствующих размеров и толщины.

Плата контроллера, чертёж которой изображён на **рис. 4**, рассчитана на установку кнопочного выключателя B4003 и кнопок с угловыми выводами TS-A6PV-130. Под кнопки другого типа плату, возможно, придётся доработать. Для литиевого элемента CR2032 (G1) на плате установлен держатель BH-642. Интегральный кварцевый генератор KXO-200 на 8 МГц можно заменить (с небольшим ухудшением точности хода часов) генератором на элементах ТТЛ с отдельным кварцевым резонатором [3].

Правильно собранное устройство налаживания не требует. Необходимо лишь до монтажа микроконтроллера на плату записать в его память выбранную программу. Предлагаются два варианта программы: стандартный (файл c_t_873.hex) и с "солнечной" коррекцией температуры (файл c_t_873_sol.hex). Вариант с коррекцией автор разработал и использует в связи с тем, что у него датчик температуры расположен на солнечной стороне дома. Несмотря на меры, принятые для защиты датчика от прямых солнечных лучей, при ясной солнечной погоде погрешность показаний датчика значительно возрастает. Она была определена экспериментально и скомпенсирована в программе автоматическим вводом в показания датчика поправки в соответствии с **таблицей** перед их отображением на индикаторе.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Суров В.** Настенные часы-термометр. — Радио, 2008, № 12, с.39—41.

2. **Суров В.** Часы-термометр. — Радио, 2003, № 10, с. 39—41.

3. **Нечаев И.** Конструкции на логических элементах цифровых микросхем, МРБ, вып. 1172. — М.: Радио и связь, 1992.

***От редакции**. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 и два варианта программы микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/02/c-t-873.zip** на нашем FTP-сервере.*

Устройство управления положением автомобильного кресла

А. ГЕТТЕ, г. Рязань

Устройство предназначено для запоминания двух положений автомобильного кресла по расстоянию от рулевой колонки и наклону спинки, выбранных пользователем, и их быстрой автоматической установки. При необходимости оно может управлять и другими объектами, которые нужно быстро переводить в два заданных положения, например, потолочным люком или поворотной антенной.

Основа устройства — микроконтроллер PIC16F628A. Во время работы перемещающего кресло двигателя установленный на его валу датчик вырабатывает импульсы. Микроконтроллер их считает и при совпадении подсчитанного числа с заданным, хранящимся в энергонезависимой памяти, останавливает двигатель. Аналогично работает канал управления наклоном спинки.

Схема устройства управления изображена на **рис. 1**. Датчик канала продольного перемещения кресла состоит из излучающего ИК-диода VD1 (АЛ107А) и фототранзистора VT1 (ФТ-2К). Конструкция датчика показана на **рис. 2**. Излучающий диод 2 и фототранзистор 3 разделены укреплённым на валу металлическим диском 1 с отверстиями. Когда ИК-излучение через отверстие в диске достигает фототранзистора, напряжение между его эмиттером и коллектором уменьшается до 0,8 В и менее.

Число отверстий в диске не должно быть меньше 10, но таким, чтобы общее число импульсов датчика за полный проход кресла от одного крайнего положения до другого не превышало 16777215. Импульсы поступают на вход RA0 микроконтроллера, который, подсчитывая их, определяет положение кресла и формирует команды управления двигателем M1.

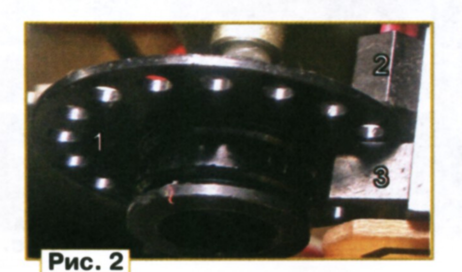


Рис. 2

Коммутатор напряжения питания этого двигателя собран на транзисторах VT8, VT10, VT12 и VT13. Узел на транзисторах VT4, VT5 предотвращает одновременное открывание всех транзисторов коммутатора, возможное при сбое микроконтроллера или ошибке в его программе.

Когда кресло должно оставаться неподвижным, микроконтроллер устанавливает на выходах RA2 и RA3 низкие уровни напряжения. При этом потенциалы баз и эмиттеров транзисторов VT4 и VT5 одинаковы, вследствие чего оба транзистора закрыты. Закрыты и все транзисторы коммутатора, поэтому напряжение питания на двигатель M1 не поступает, и он не работает. Аналогична ситуация при аварийном одновременном присутствии высоких уровней на выходах RA2 и RA3.

Когда кресло требуется переместить, микроконтроллер устанавливает на выходах RA2 и RA3 разные уровни: на RA2 — низкий, на RA3 — высокий для перемещения вперёд; на RA2 — высокий, на RA3 — низкий для перемещения назад.

Когда подана команда "Вперёд", открывается транзистор VT5, а за ним транзисторы VT10 и VT12. Транзисторы VT4, VT8 и VT13 остаются закрытыми. В результате левая (по схеме) щётка двигателя M1 соединяется с общим проводом, а правая — с плюсом источника питания (при условии, что зажигание выключено и транзистор VT3 открыт). Вал двигателя вращается в сторону,

Рис. 1

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

соответствующую перемещению кресла вперёд.

При команде "Назад" откроются транзисторы VT4, VT8, VT13, а транзисторы VT5, VT10, VT12 закроются или останутся закрытыми. К двигателю М1 будет приложено напряжение питания в противоположной предыдущему случаю полярности. Его вал станет вращаться в сторону, соответствующую перемещению кресла назад.

Аналогично работает канал управления наклоном спинки кресла. Датчик вращения вала двигателя этого канала состоит из излучающего диода VD2 и фототранзистора VT2. Его сигнал подан на вход RA5 микроконтроллера. Уменьшение наклона микроконтроллер задаёт высоким уровнем на выходе RA6 и низким на выходе RA7. Увеличение наклона — низким уровнем на RA6 и высоким на RA7. Коммутатор двигателя M2 собран на транзисторах VT9, VT11, VT14, VT15 с узлом защиты на транзисторах VT6 и VT7.

Напряжение питания +12 В должно быть подано на устройство управления постоянно (до замка зажигания). В его отсутствие перемещать кресло или его спинку вручную не рекомендуется. Это может потребовать повторного налаживания системы. Транзистор VT3 блокирует узел коммутации двигателей привода кресла при включённом зажигании, предотвращая этим перемещение кресла и его спинки во время движения автомобиля. При включённом зажигании с контакта "Заж." в цепь базы этого транзистора структуры p-n-p поступает напряжение +12 В, в результате чего он закрыт и напряжение питания на узел коммутации двигателей не поступает. При выключенном зажигании напряжение на контакте "Заж." становится нулевым. Транзистор VT3 в этом случае открыт, и питание коммутаторов двигателей включено.

Электронный блок устройства собран на макетной плате навесным монтажом (**рис. 3**). Транзисторам VT3 и VT8—VT15 необходим теплоотвод. Я использовал алюминиевую пластину размерами 60×50×8 мм, на которой с двух сторон через слюдяные прокладки закрепил транзисторы VT8—VT15. На другой такой же пластине установил транзистор VT3.

На **рис. 4** показана схема коммутации двигателей привода кресла с помощью реле. Транзисторы VT4—VT15 (согласно схеме рис. 1) и связанные с ними детали в этом случае не требуются. Транзистор VT3 и вновь установленные транзисторы VT4—VT7 работают без теплоотводов. Реле K1—K5 — автомобильные 90.3747 или 75.3777 с контактами на переключение. В качестве K1 можно применить реле 90.3747-10 или 75.3777-10 с нормально разомкнутыми контактами. В обоих вариантах устройства микроконтроллер работает по одной и той же программе.

Предусмотрено программное ограничение пределов перемещения кресла и его спинки, что позволяет обойтись без конечных выключателей. Перед первым включением собранного устройства сдвиньте кресло вручную назад до упора, а его спинку отклоните назад до упора. После включения питания в устройстве будут действовать только кнопки SB4 и SB6, задающие перемещение кресла вперёд, а его спинки — в сторону уменьшения наклона. Кнопки SB5 и SB7, задающие перемещение соответственно кресла и его спинки в обратных направлениях, будут активизированы только после небольшого (на пять импульсов датчика) перемещения в прямом направлении. Когда нажата кнопка перемещения в одном направлении, программа блокирует кнопку перемещения в противоположном направлении.

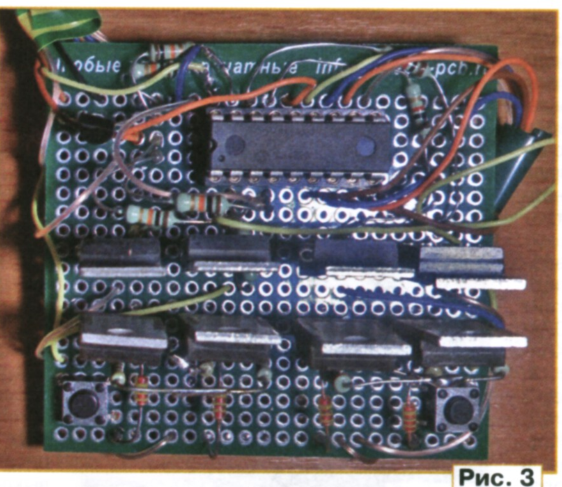


Рис. 3

С помощью кнопки SB4 переместите кресло вперёд почти до упора. Нажатием на кнопку SB8 сохраните в памяти микроконтроллера это положение. Кнопку следует удерживать нажатой до звукового сигнала, поданного звукоизлучателем HA1. После этого перемещение кресла вперёд за установленную конечную точку станет невозможным. Аналогичную операцию выполните со спинкой кресла, пользуясь кнопками SB6 (уменьшение наклона) и SB9 (память упора).

Чтобы отменить установленные ранее конечные точки, кратковременно нажмите (не удерживая) кнопку SB8 (кресло) или SB9 (спинка). Звуковой сигнал подтвердит, что отмена конечной точки состоялась и можно записывать новую. Кнопки SB8 и SB9 должны быть доступны только специалисту, налаживающему систему управления креслом, и защищены от случайных нажатий.

Далее, пользуясь кнопками SB4—SB7, установите кресло в положение, которое будет первым фиксированным. После этого кратковременно, не удерживая, нажмите на кнопку SB1. Будет включён звуковой сигнал, после чего нажмите на кнопку SB2 и удерживайте её около 3 с, пока сигнал не прекратится. Положение 1 записано в память. Далее кнопками SB4—SB7 установите кресло в будущее второе фиксированное положение, кратковременно нажмите на кнопку SB1 и по звуковому сигналу нажмите и удерживайте до окончания сигнала кнопку SB3. Положение 2 записано в память.

Теперь можно всегда (но только при выключенном зажигании) перевести кресло и его спинку, находящиеся в произвольных положениях, в положение 1, нажав на кнопку SB2, или в положение 2, нажав на кнопку SB3. Нажатия должны быть кратковременными. Программа автоматически определит нужное направление перемещения и переведёт кресло и его спинку в требуемое положение.

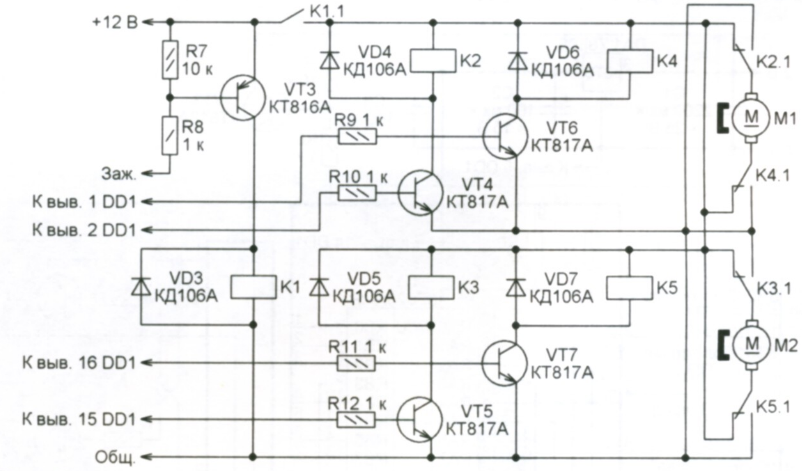


Рис. 4

Вся информация о перемещениях кресла, его текущем положении и конечных точках хранится в EEPROM микроконтроллера. При включении питания она переносится в оперативную память. Когда питание выключено, изменять положение кресла и его спинки не рекомендуется.

***От редакции**. Программа микроконтроллера находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/02/chair.zip** на нашем FTP-сервере.*

Индикатор-ограничитель зарядки аккумулятора

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

При одновременной зарядке нескольких последовательно включённых Ni-Cd или Ni-Mh аккумуляторов типоразмера AA или AAA нередко возникает ситуация, когда некоторые из них ещё не зарядились, а другие уже перезаряжаются. Обусловлено это тем, что реальная ёмкость аккумуляторов, особенно если они "не первой свежести", может существенно отличаться от номинальной и при зарядке одним током одни из них заряжаются быстрее других. Чтобы исключить такую ситуацию, можно собрать индикатор-ограничитель, который подключают параллельно каждому аккумулятору. Устройство предназначено для установки в простые ЗУ, в которых зарядка производится стабильным током и отсутствует контроль напряжения каждого аккумулятора или времени зарядки.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Оно представляет собой повышающий преобразователь напряжения, нагруженный светодиодом, и собрано на специализированной микросхеме NCP1400ASN33T1 (NCP1400ASN50T1). Индикатор-ограничитель, подключённый параллельно заряжаемому аккумулятору G1, тока практически не потребляет, пока напряжение аккумулятора менее 1,42 В. Поэтому весь ток зарядки "идёт в дело", т. е. заряжает аккумулятор. Когда напряжение превысит указанное выше значение, преобразователь включается, потребляемый им ток увеличивается, а зарядный ток существенно уменьшается, вплоть до нуля. Светодиод начинает светить, сигнализируя об окончании зарядки аккумулятора.

Стабилитрон VD1 защищает преобразователь от повышенного напряжения, которое может появиться, если аккумулятор не установлен, вышел из строя или из-за плохого контакта в держателе. Преобразователь включается, если напряжение на управляющем входе CE превысит 0,5...0,6 В. Оно поступает на этот вход через диоды VD2 и VD3, и его значение будет меньше на величину падения напряжения на них. Ток через эти диоды, а значит, и напряжение на них задаёт резистор R1, и его подборкой можно установить порог включения преобразователя напряжения. В данном случае установлено пороговое напряжение 1,42 В.

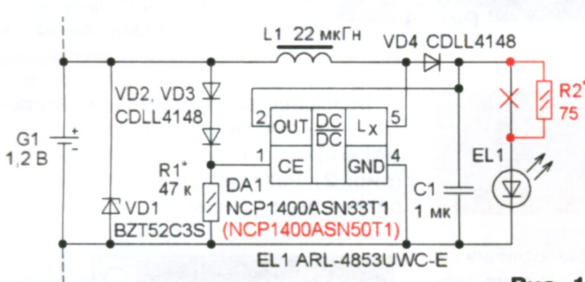


Рис. 1

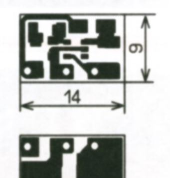
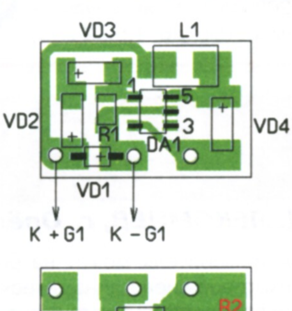


Рис. 2



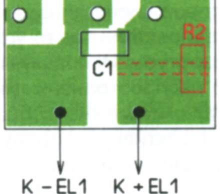


Рис. 3

Ток, потребляемый преобразователем, превышает в 2,5...3 раза ток, протекающий через светодиод. Если применить светодиод белого цвета свечения, при напряжении 3,3 В ток через него будет зависеть в основном от его типа и, возможно, потребуется его подборка. Если, например, светодиод потребляет ток 20 мА, преобразователь будет потреблять ток около 50 мА. Именно на это значение и будет уменьшаться зарядный ток после включения преобразователя. Чтобы установить желаемый потребляемый ток, надо применить светодиод зелёного или жёлтого цвета свечения, включив последовательно с ним резистор R2. Подборкой этого резистора и устанавливают ток, потребляемый всем преобразователем. Можно применить светодиод красного цвета, но предварительно надо проверить, чтобы он не светил при напряжении 1,4 В, некоторые экземпляры на это способны.

Если применить малогабаритные элементы для поверхностного монтажа, печатная плата устройства будет небольшой. Её чертёж показан на **рис. 2**. Она двухсторонняя. Через отверстия в плате контактные площадки с двух сторон соединены между собой. Светодиод, конденсатор и резистор R2 установлены на одной стороне, остальные элементы — на другой. Диоды CDLL4148 можно заменить выводными диодами серий КД521 и КД522. Стабилитрон — маломощный на напряжение стабилизации 3...3,3 В. Резисторы и конденсатор — для поверхностного

монтажа типоразмера 0805 или 1206. Дроссель должен быть рассчитан на ток 200...250 мА, подойдут дроссели — LQY4N, LQN4N, SDR0703, или выводной серии EC24. Светодиод может быть любой, а поскольку ток через него достаточно большой, применение светодиода повышенной яркости свечения необязательно.

Размещение элементов на плате показано на **рис. 3**. Дополнительный резистор R2 устанавливают со стороны установки светодиода, предварительно сделав разрез в печатном проводнике. Разрез и резистор R2 выделены на рис. 3 красным цветом. Внешний вид устройства показан на **рис. 4**.

Такой индикатор-ограничитель удобно установить в ЗУ с током зарядки 60...80 мА (для аккумуляторов ёмкостью до 800 мА·ч). В этом случае после включения светодиода аккумулятор будет продолжать подзаряжаться в несколько раз меньшим током. Для увеличения потребляемого преобразователем тока на его выходе надо установить два или три светодиода, каждый со своим резистором.

Если в ЗУ зарядный ток 150...200 мА (для аккумуляторов ёмкостью до 1,5...2 А·ч), следует применить микросхему с выходным напряжением 5 В (NCP1400ASN50T1) и последовательно со светодиодом установить токоограничивающий резистор (все изменения для этого случая выделены на рис. 1 красным цветом). Подборкой этого резистора можно установить желаемый ток светодиода. При этом ток, потребляемый преобразователем, будет примерно в четыре раза больше. Возможно, придётся применить более мощный светодиод или установить параллельно ещё один-два светодиода, каждый со своим токоограничивающим резистором. Следует учесть, что импульс тока через дроссель может достигать 400 мА, поэтому он должен быть рассчитан на этот ток.

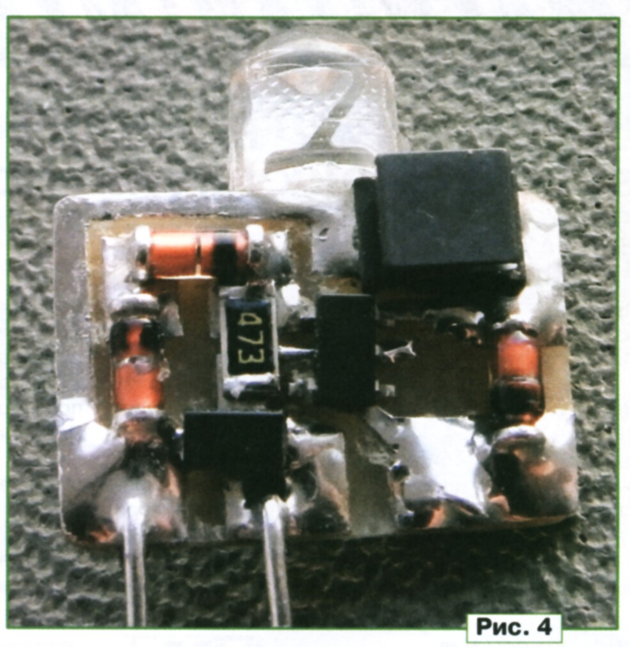


Рис. 4

Необходимо отметить, что напряжение выключения преобразователя меньше напряжения включения примерно на 0,1 В. Если после включения преобразователя аккумулятор немного разрядится, преобразователь выключится и зарядка продолжится.

Налаживание сводится к подборке резисторов. На устройство подают напряжение 1,42 В и подборкой резистора R1 добиваются включения преобразователя. Сопротивление этого резистора не должно быть более 200 кОм, если получится больше, необходимо подобрать другие диоды VD2 и VD3. Порог включения контролируют несколько раз, подав на преобразователь напряжение 1,2 В и плавно увеличивая его до 1,5 В. При необходимости налаживание повторяют. Как изменить потребляемый преобразователем ток, было сказано выше. ■

Простая сирена

Д. ЛЕКОМЦЕВ, г. Орёл

У радиолюбителя может накопиться некоторое число динамических головок и радиоэлементов от устаревшей радиоаппаратуры. Используя их вместе с широко распространёнными новыми радиодеталями, можно собрать простую, но эффективную сирену. Она собрана на основе схемы аналогичного устройства, описанного давным-давно в статье "Бойцам "Зарницы". Внимание, тревога!" в журнале "Юный техник" № 4 за 1974 г., с. 69. Основные отличия — способ включения и применение мигающего светодиода для изменения тональности подаваемого сигнала.

R3 13 к; HL1 L-56BID; XS1; SA1 "Вкл."; R1 5,6 к; VT2 П214; VT1 МП35; C1 22 мк x x 16 В; GB1 13,5 В; R2 62 к; C2 0,1 мк; BA1

Рис. 1

Схема сирены показана на **рис. 1**. Она собрана по схеме несимметричного мультивибратора на транзисторах VT1 и VT2. При подаче питания вспыхивает мигающий светодиод HL1, и через него и резистор R3 заряжается конденсатор C1. Когда светодиод гаснет, конденсатор C1 разряжается через резисторы R1, R2 и базу транзистора VT1. При изменении напряжения на конденсаторе C1 изменяется тональность сигнала сирены. Тон становится то выше, то ниже. Последовательно с выключателем SA1 включено гнездо XS1 для головных телефонов. Штекер, вставленный в это гнездо, размыкает контакты гнезда, через которые поступает напряжение питания, и играет роль чеки, при удалении которой сирена включается (если замкнуты контакты выключателя SA1).

Большинство элементов смонтированы на плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита (**рис. 2**). Разрезы сделаны с помощью резака или скальпеля. Применены

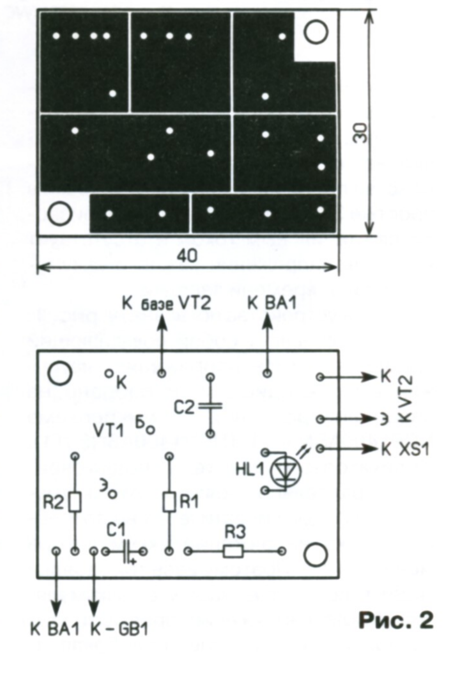


Рис. 2

постоянные резисторы МЛТ, С2-23. Конденсатор С1 — оксидный К50-35 или импортный, С2 — серии К10-17 или К73. Мигающий светодиод может быть любого цвета свечения. Транзистор МП35 можно заменить транзисторами МП36, МП37 и МП38 с любыми буквенными индексами, П213 — любыми серий П214, П215. Транзистор VT2 установлен на теплоотвод площадью около 80 см^2. Его следует использовать, если предполагается длительная непрерывная работа устройства, а при кратковременном включении (1...2 мин) можно обойтись без него. Выключатель SA1 — любой малогабаритный с фиксацией, например, кнопочный PBS-11A green. Динамическая головка должна быть с сопротивлением катушки не менее 8 Ом, например, 2ГДШ-3, 3ГДШ-1. Можно применить две последовательно включённые головки с сопротивлением катушки по 4 Ом, например 2ГД-40. В зависимости от применённой головки придётся использовать соответствующий корпус. Гнездо (моно или стерео) — для головных телефонов диаметром 3,5 мм, например, ST-214C, K211. Если корпус сирены будет металлический, например, от компьютерного блока питания, теплоотвод необходимо изолировать от него. Питается устройство от трёх батарей 3R12 или сетевого источника питания напряжением 12...15 В. Минимальное напряжение питания — 9 В, максимальный потребляемый ток — 200 мА.

Все элементы установлены в корпусе от компьютерного блока питания (**рис. 3**). Выключатель SA1 установлен так, чтобы быть труднодоступным (**рис. 4**). Он "утоплен" в корпусе, а доступ к нему закрыт непрозрачной панелью с небольшим отверстием, поэтому выключателя практически не видно. При таком размещении нажать на выключатель пальцем невозможно, и понадобится отвёртка, гвоздь или другой тонкий стержень. Поэтому оперативно отключить сирену без инструментов или повреждения корпуса не получится.



Рис. 3

Рис. 4

Налаживание сводится к получению требуемой тональности звучания подборкой конденсатора С2 и резисторов R1, R3 (в интервале ±50 %). Сирену можно применить в различных военных играх или других массовых мероприятиях, а также сделать частью системы охранной сигнализации.

Стенд для проверки полупроводниковых приборов

С. ЧЕРНОВ, г. Самара

В практике радиолюбителя часто бывает необходимо быстро определить исправность полупроводниковых приборов. Сделать это можно с помощью описываемого ниже стенда. Несмотря на простоту конструкции, он позволит проверить целостность большинства биполярных транзисторов, полевых транзисторов с индуцированным каналом и изолированным затвором, оптопар серии PC817 и аналогичных, а также низковольтных стабилитронов с измерением напряжения и тока стабилизации.

Схема стенда показана на **рис. 1**. Для подключения проверяемых элементов применены панель XS3 (для микросхемы в корпусе DIP16), а также гнёзда XS1 (для подключения стабилитронов) и XS2 (для транзисторов). Проверяемые элементы показаны на схеме с верхним штриховым индексом, на плате их нет. Для измерения напряжения стабилизации стабилитрона к гнёздам XS4 подключают мультиметр в режиме измерения постоянного напряжения. Источник питания — внешний стабилизированный на 10...15 В, его подключают к гнёздам XS5. Диод VD1 защищает элементы от неправильной полярности питающего напряжения. В качестве элементов индикации применены светодиоды.

Проверку проводят в следующей последовательности. Подключают источник питания к стенду и устанавливают напряжение 10...15 В. Правильная полярность подтверждается свечением светодиода HL6. Светодиод HL4 служит для индикации наличия напряжения питания на стенде. Подать питающее напряжение можно кратковременно нажатием на кнопку SB3, а длительно — с помощью выключателя SA1.

Для проверки транзистора его подключают к соответствующим контактам гнезда XS2 или XS3 (с учётом структуры и типа проводимости канала). Для транзисторов структуры n-p-n и с каналом n-типа нажимают на кнопку SB3. Если транзистор пробит, загорается светодиод HL1. Далее нажимают на кнопку SB1. При исправном транзисторе загорается HL1. Отсутствие его свечения указывает на обрыв. Аналогично с помощью кнопок SB3, SB4 и светодиода HL7 проверяются транзисторы структуры p-n-p и с каналом p-типа. Следует учесть, что при проверке маломощных полевых транзистров с изолированным затвором источник питания подключают к стенду только после подключения самого транзистора, а отключают в обратной последовательности.

Испытываемую оптопару подключают к четырём верхним по схеме контактам гнезда XS3, при этом задействуют кнопку SB2 и светодиоды HL2, HL5. При нажатии на эту кнопку отсутствие свечения светодиода HL2 указывает на обрыв входной цепи оптопары. Если входная и выходная цепи оптопары PC817 исправны, загораются свето-

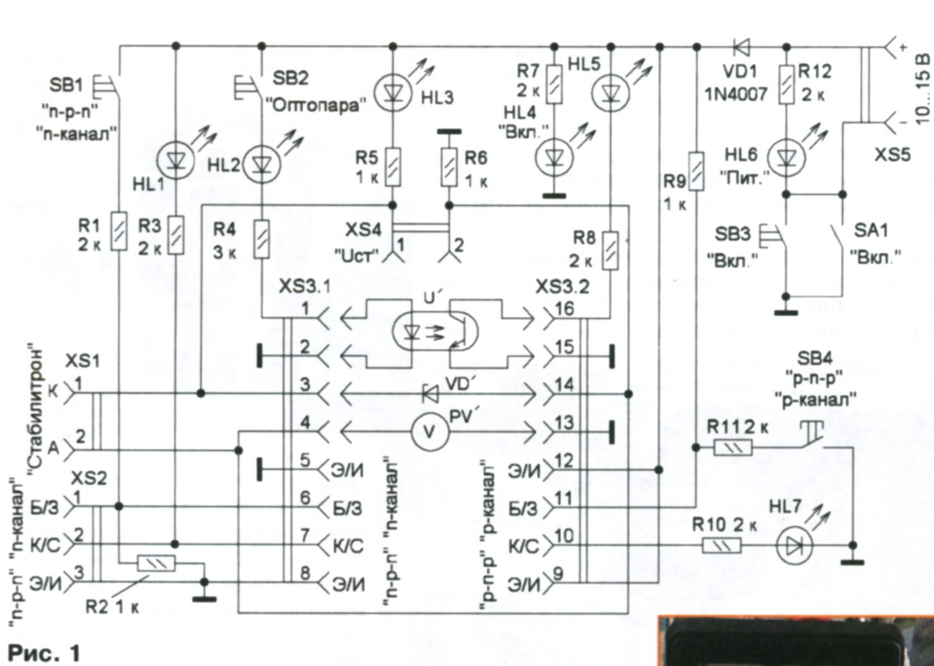


Рис. 1

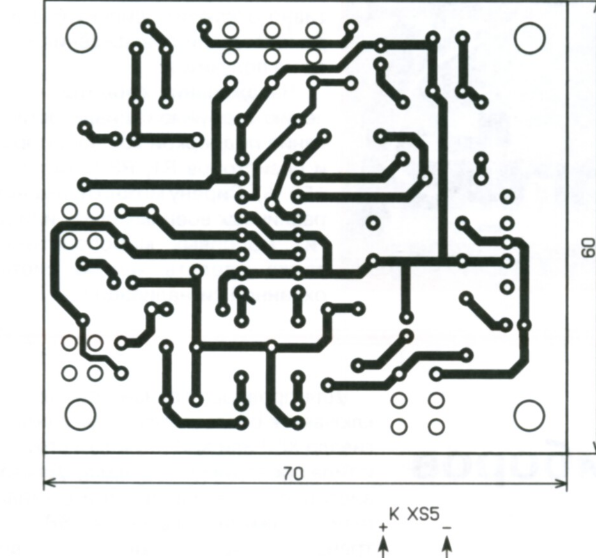
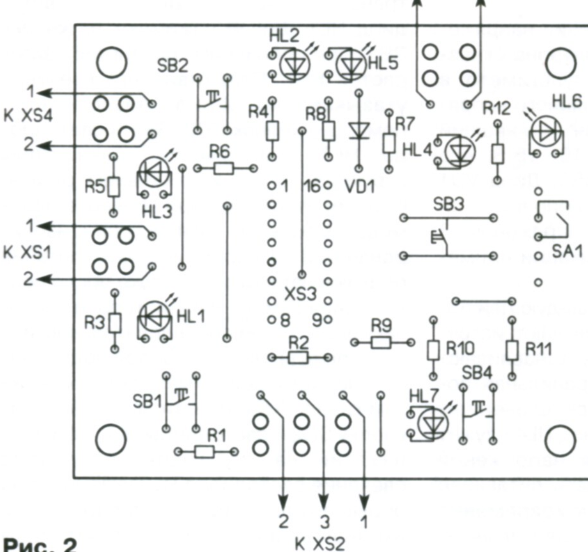



Рис. 2



ключают мультиметр в режиме измерения постоянного напряжения. С помощью переключателя SA1 подают питание на стенд и плавно увеличивают выходное напряжение блока питания. Когда напряжение на стабилитроне достигнет напряжения стабилизации, его рост практически прекращается. Для определения тока стабилизации измеряют напряжение между выводами 4 и 13 гнезда XS3 (PV′), которое в вольтах численно равно току в миллиамперах. Отсутствие свечения светодиода HL3 означает внутренний обрыв стабилитрона или его напряжение стабилизации превышает 12 В. Если стабилитрон включён в прямом направлении, светодиод HL3 будет светить постоянно.



Рис. 3

диоды HL2 и HL5. В противном случае оптопара неисправна или включена неправильно.

Испытываемый стабилитрон подключается к гнёздам XS1 или контактам 3 и 14 разъёма XS3. На выходе блока питания устанавливают напряжение около 3 В и к разъёму XS4 под-

Устройство собрано на односторонней печатной плате толщиной 1,5...2 мм из стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**, и корпуса не имеет. Чтобы защитить нижнюю сторону платы, к ней снизу с помощью четырёх винтов М3 длиной 15...20 мм закреплена плата из изоляционного материала такого же размера. Для увеличения надёжности провода вставлены в отверстия платы и затем припаяны к контактным площадкам. Резисторы, светодиоды, кнопки, переключатель и гнёзда могут быть любого типа, подходящие по размерам. Внешний вид устройства показан на **рис. 3**. ■

Щуп-индикатор на светодиодах

Б. ДЕМЧЕНКО, г. Киев

В практике радиолюбителя часто достаточно определить наличие постоянного или переменного напряжения, а также импульсных сигналов, не пользуясь при этом осциллографом. Это можно сделать с помощью щупа, схема которого показана на **рис. 1**. Его чувствительность (размах напряжения) до частоты 100 кГц — 0,5 В, на частоте 200 кГц чувствительность — 0,6 В, на частоте 500 кГц — 1 В, на частоте 1 МГц — 2 В, на частоте 2 МГц — 5 В.

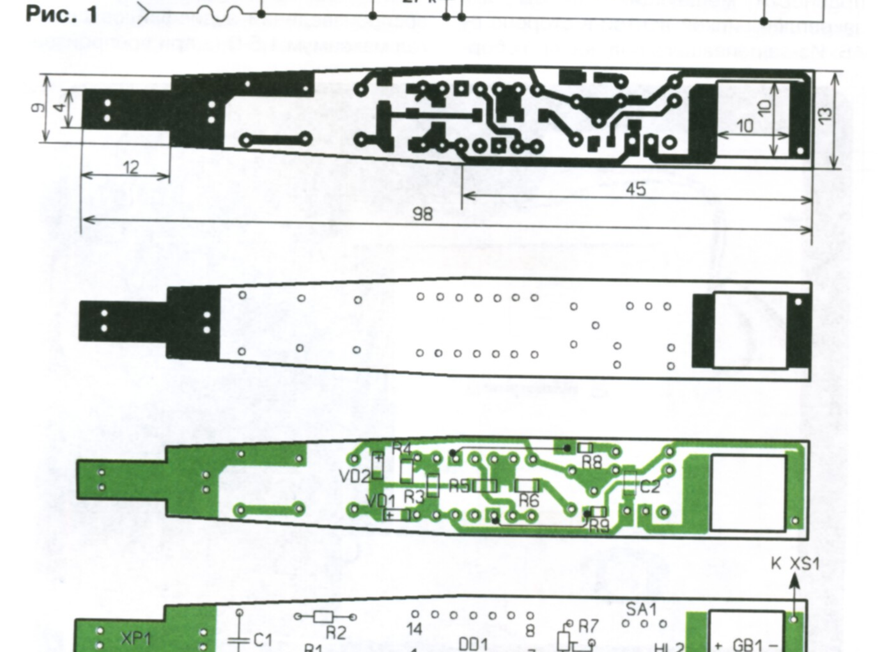


Рис. 1

Рис. 2



Рис. 3

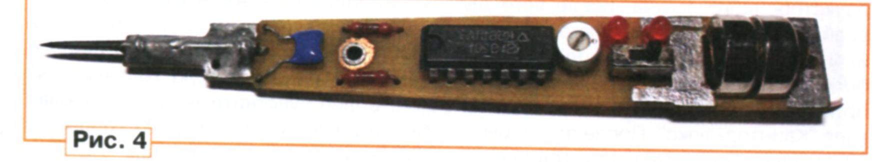


Рис. 4

Максимальное входное напряжение — несколько десятков вольт.

Входы логических элементов DD1.1 и DD1.2. подключены к делителю напряжения, собранному на резисторах R3—R7. Сопротивления этих резисторов подобраны так, что на входах элемента DD1.1 присутствует высокий логический уровень, а на входах элемента DD1.2 — низкий. Светодиоды HL1 и HL2 индицируют состояние выходов элементов DD1.1 и DD1.3. В исходном состоянии на выходах этих элементов присутствует низкий уровень и на светодиоды напряжение не поступает, поэтому они погашены.

Исследуемый сигнал через цепь C1R2 поступает на резистивный делитель. При положительной полярности входного напряжения состояние элемента DD1.1 не изменится, а вот элемент DD1.2 переключится, что приведёт к включению светодиода HL2. При отрицательной полярности будет изменяться состояние элемента DD1.1 и включится светодиод HL1. При входном сигнале синусоидальной формы или импульсном со скважностью два оба светодиода светят поочерёдно, причём примерно с одинаковой яркостью. При скважности более двух ярче светит светодиод HL1, а менее двух — светодиод HL2. Положительное или отрицательное постоянное напряжение индицируется кратковременной вспышкой светодиода HL2 или HL1 соответственно. Резистор R1 обеспечивает разрядку конденсатора C1 между измерениями, поскольку если он будет заряжен, это может повредить элементы в исследуемой цепи.

Элементы устройства размещены на двухсторонней печатной плате из стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23 (R1 и R2), для поверхностного монтажа типоразмера — 1206 (R3—R6), 0805 (R8, R9), подстроечный — СП3-19. Диоды — любые для поверхностного монтажа с максимально допустимым обратным напряжением 100 В (например, BAV101, BAV102). Конденсатор C1 — плёночный импортный на номинальное напряжение не менее 100 В, конденсатор C2 — для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Выключатель питания — любой малогабаритный движковый с расстоянием между выводами 2,54 мм. Щуп XP1 закреплён на плате с помощью скоб из медной лужёной проволоки и затем припаян. XS1 — зажим "крокодил". Батарея состоит из двух дисковых гальванических элементов диаметром 11 мм. Прямоугольное отверстие на плате для размещения гальванических элементов немного уже них, чтобы они не проваливались. В месте размещения элементов к металлизированным площадкам платы с двух сторон припаяны


Рис. 5

медные пружинящие диски диаметром 7 мм, выполняющие функции контактов. Печатная плата (**рис. 3** и **рис. 4**) помещена в пластмассовый корпус от маркера длиной 140 и диаметром 16 мм. Внешний вид устройства показан на **рис. 5**.

Налаживание проводят с помощью подстроечного резистора R7. Его движок устанавливают в положение, при котором при отсутствии сигнала светодиоды погашены. При этом устройство потребляет ток 0,06 мА, а максимальный потребляемый ток — 1,1 мА.

Доработка электронной книги "Texet TB-840HD"

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

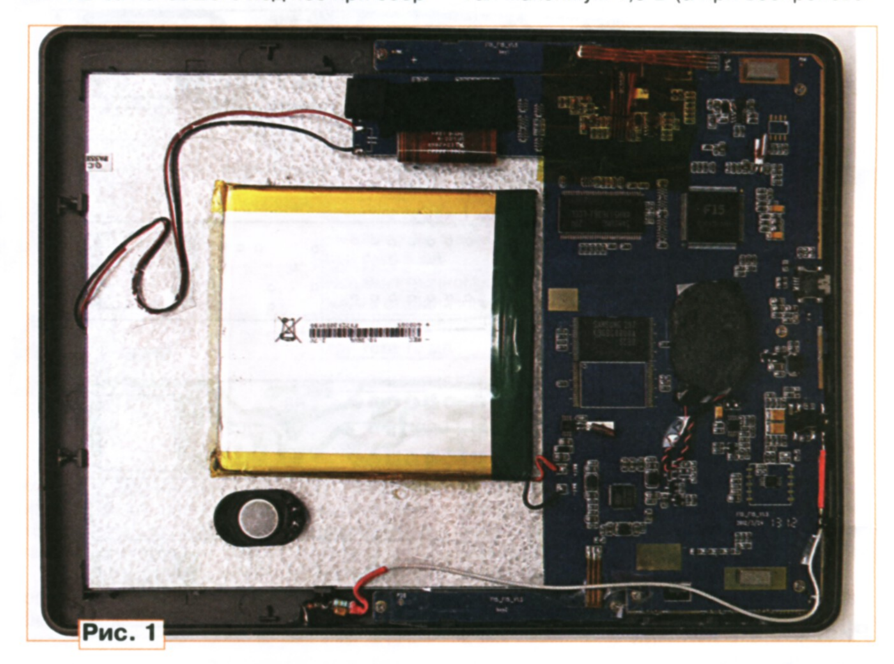
В статье рассказано, как простыми средствами увеличить громкость и улучшить качество звукового сопровождения воспроизводимых названной электронной книгой файлов и повысить удобство пользования ею в режиме приёма передач УКВ-радиостанций.

Электронные книги (ЭК) с цветным сенсорным TFT-дисплеем, продаваемые под торговой маркой "Texet", относятся к классу недорогих мультимедийных устройств, но, по сути, это не простые мобильные "читалки", а многофункциональные мультимедийные устройства, которые "понимают" огромное число форматов различных текстовых, графических, аудио- и видеофайлов, работают с файловыми системами FAT, FAT32, ExFAT, NTFS. К сожалению, как в этой модели, так и во всех других опробованных ЭК "Texet", звук встроенной динамической головки не радовал ни качеством, ни громкостью, заметно уступая даже звучанию малогабаритных мобильных телефонных аппаратов.

Первоначально думалось, что относительно плохой и тихий звук у этих ЭК обусловлен применением некачественной динамической головки. Для проверки этой версии ЭК пришлось разобрать — для этого оказалось достаточно выкрутить четыре винта-самореза, и сидящая на защёлках алюминиевая задняя крышка корпуса легко снялась (вид на монтаж устройства представлен на **рис. 1**; здесь же показаны и установленные при доработке новые детали, о чём будет сказано далее). Но тут поджидал неприятный сюрприз — сенсорный экран перестал реагировать на прикосновения. Причину не пришлось долго искать. Сборщик устройства приклеил аккумуляторную батарею (АБ) поверх провода питания подсветки дисплея. Задняя крышка надавливала на неровно лежащую АБ, а та, в свою очередь, надавливала на заднюю металлическую стенку дисплея, из-за чего он деформировался. В таком состоянии изготовитель устройства и выполнил калибровку сенсорной панели...

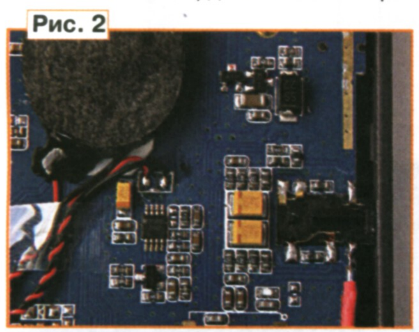
Для устранения возникшей неисправности мешающий провод был закреплён липкой лентой в стороне от АБ. Из-за попавшего под неё при сборке провода она держалась только на одной полоске липкой ленты, готовая оторваться в любой момент (часто обсуждаемая на интернет-форуме изготовителя неисправность). Чтобы этого не произошло, на корпус АБ были дополнительно наклеены две полоски тонкого двухстороннего скотча, после чего АБ всей плоскостью была ровно прижата ими к задней стенке дисплея, а для большей надёжности по бокам к ней же приклеена небольшим количеством клея "Квинтол-люкс". После этого, имитируя нажатиями пальца устранённый дефект, вошёл в меню калибровки сенсорной панели и произвёл предварительную калибровку. (При отсутствии принудительной деформации надо выполнить именно предварительную калибровку, окончательную следует делать после сборки конструкции, с закрытой задней крышкой. Следите за тем, чтобы дисплей был размещён ровно в обжимающих его защёлках).

Что же касается тихого звука, то оказалось, что основная причина этого не в плохой динамической головке, а в применении недостаточно мощного усилителя ЗЧ: размах выходного сигнала при воспроизведении аудиофайлов достигал максимум 1,5 В (а при воспроизведении видеофайлов ещё меньше). Это очень мало в сравнении с современными УМЗЧ в других мобильных устройствах, которые способны развивать на нагрузке напряжение амплитудой 1...2U, где U — напряжение питания устройства.


Рис. 1

Желания и технических возможностей изготавливать новый встроенный УМЗЧ не было, поэтому было решено заменить динамическую головку другой, более чувствительной. Опробовав более десятка миниатюрных головок с катушками сопротивлением 8 Ом от

различных мобильных устройств, остановился на головке KSJ(R) от мобильного навигатора "Explay" (с ней получился наилучший результат). Правда, размеры её диффузородержателя больше и она на 1,5 мм толще "родной", поэтому её пришлось приклеить (тонкой двухсторонней липкой лентой) не к задней крышке ЭК, а к монтажной плате (**рис. 2**, слева вверху). После проверки работоспособности она приклеена к ней ещё и небольшим количеством термоклея. Старая головка (см. рис. 1 расположена ниже АБ) дополнительно прижималась к крышке наклеенной на её магнитную систему резиновой прокладкой толщиной 1,5 мм, которая теперь не потребовалась. С новой динамической головкой громкость звучания возросла в 2...4 раза и заметно улучшилась разборчивость речи, что актуально при просмотре фильмов, прослушивании аудиокниг, радиоспектаклей (старая головка не воспроизводила высокие частоты вовсе).


Рис. 2

ЭК "Texet TB-840HD" может работать как УКВ-радиоприёмник, но чтобы можно было принимать передачи радиостанций, в гнездо для подключения головных телефонов/телевизора нужно вставить провод-антенну (динамическая головка при этом отключается). Была опробована возможность оснастить ЭК небольшой встроенной антенной, но эксперимент закончился неудачей: поскольку монтажная плата ЭК не экранирована, уровень излучаемых ею помех оказался слишком велик. Тогда было решено установить дополнительное гнездо для подключения внешней УКВ-антенны, что позволило бы слушать радиопередачи через встроенную головку. Для этого к одному из контактов для подключения телефонов — "общему" проводу — (рис. 2, в середине справа) была припаяна центральная жила тонкого коаксиального кабеля (виден на рис. 1 и 2 как белый провод с надетыми на концах красными термоусаживаемыми трубками). Оплётка кабеля припаяна к общему проводу (минус питания) в одной точке вблизи гнезда выхода аудио—видео, напротив выключателя питания. В качестве гнезда для подключения внешней антенны использован контакт от розетки (панели) для микросхем. Установлен он рядом с кнопками "ВВЕРХ", "ВНИЗ", для чего в пластмассовой лицевой крышке сбоку просверлено отверстие диаметром 1,2 мм, а в задней алюминиевой крышке напротив этого отверстия напильником выпилен небольшой паз (на глубину расположения пазов для фиксации корпусных защёлок) около 4 мм. Для защиты устройства от возможных повреждений при подключении антенны собран несложный узел, схема которого показана на **рис. 3**, а вид на монтаж — на **рис. 4**.

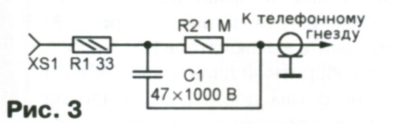
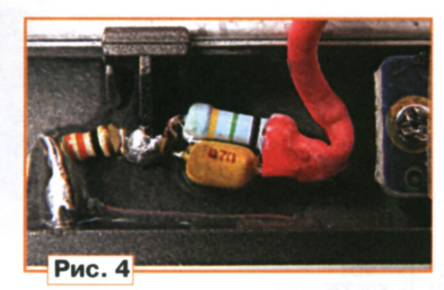


Рис. 3


Рис. 4

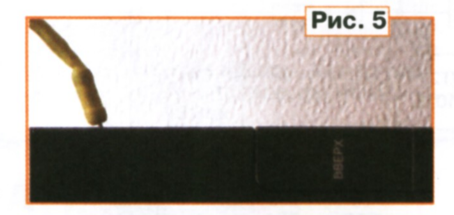


Рис. 5

В качестве антенны можно применить кусок провода длиной около 1 м, ещё лучше изготовить внешнюю телескопическую антенну для мобильных устройств, описанную в одноимённой статье автора в "Радио", 2013, № 8, с. 20. Можно также подключить центральную жилу коаксиального кабеля снижения от внешней МВ или МВ-ДМВ телевизионной антенны (для этого случая придётся изготовить переходник).

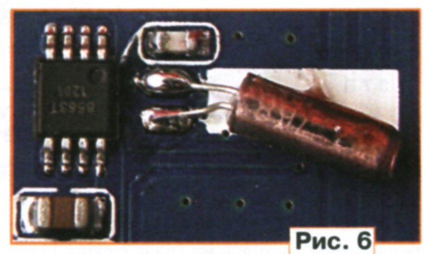
Штырь для подключения внешней антенны изготовлен из полуваттного резистора МЛТ сопротивлением 0,33 Ом, один вывод которого укорочен до 4 мм, а к другому припаян многожильный провод длиной 1 м в мягкой поливинилхлоридной изоляции (**рис. 5**). Резистор и часть провода обтянуты жёлтой термоусаживаемой трубкой.

Конденсатор C1 (см. рис. 3) — керамический высоковольтный ёмкостью 22...100 пФ. Резистор R1 — любой малогабаритный, R2 — желательно высоковольтный сопротивлением 1...40 МОм, но можно применить и обычный.

В процессе доработки ЭК был обнаружен ещё один дефект сборки — один из двух кварцевых резонаторов (**рис. 6**) был обмазан клеем, но не приклеен к печатной плате. Нужно обязательно его приклеить, иначе из-за вибраций при тряске выводы резонатора могут обломиться. Рекомендуется использовать "моментальный" цианакриловый клей, но не наносите его на выводы резонатора. Если он установлен косо (как показано на рис. 6), не выпрямляйте его выводы. Таким же клеем дополнительно фиксируют гнездо для подключения антенны. Следите за тем, чтобы клей не затёк под дисплей.

"Texet" — это торговая марка изделия, "начинку" выпускает OEM-производитель, поэтому аналогичные ЭК продаются и под другими торговыми наименованиями. В случае, если вы столкнётесь с такими же проблемами, описанные решения можно применить и для модернизации "близнецов", изготовленных другими фирмами.

Из нереализованных задумок осталась установка дополнительной АБ 1500 мА·ч (ёмкость встроенной — около 2700 мА·ч), что позволило бы увеличить продолжительность работы ЭК на 1...2 ч при максимальной яркости подсветки дисплея в режиме просмотра фильмов. К сожалению, имеющиеся в наличии литий-ионные аккумуляторы не подошли либо по ширине, либо по толщине.


Рис. 6

При снятой задней крышке питайте ЭК только от встроенной АБ, чтобы исключить повреждение устройства от токов утечки сетевого напряжения при случайном прикосновении к выводам деталей. Ни в коем случае не замыкайте выводы АБ между собой. Если заметите малейшие следы вздутия АБ, её обязательно нужно заменить, иначе при увеличении степени вздутия она может "разбить" дисплей. Плоские литиевые аккумуляторы большой ёмкости могут состоять из нескольких параллельно включённых ячеек, это означает, что вздутие не обязательно может быть посередине батареи. Подойдёт любой литий-ионный аккумулятор с номинальным напряжением 3,6...3,8 В с встроенным контроллером, устраивающий по ёмкости и подходящий по размерам. Литиевые аккумуляторы одинаковых или близких размеров, массы и конструкции не могут значительно отличаться по ёмкости — критически относитесь к иногда указанным на корпусах плоских аккумуляторов сказочно большим числам ампер·часов. ■

Li-Ion аккумулятор в мультиметре

А. СТЕПАНОВ, г. Санкт-Петербург

В моём мультиметре АМ-1006 фирмы "Актаком" за один год истощились три батареи типоразмера 6F22, сходные по размерам и параметрам с отечественной "Кроной". Среди них была одна фирмы Duracell, славящаяся своей ёмкостью и долговечностью. И вот, когда очередная батарея "села", а новой под рукой не было, мне попалась на глаза статья [1] о питании мультиметра от двух аккумуляторов типоразмера АА. В наличии у меня был Li-Ion аккумулятор от мобильного телефона "Сони-Эриксон-Т-290", и я стал его прикладывать к моему мультиметру. К счастью, аккумулятор удачно вписался в нишу под крышкой в верхней части корпуса прибора (**рис. 1**). Для надёжного крепления потребовалось просверлить всего два отверстия диаметром 3 мм для его удержания в этой нише аналогично тому, как это сделано в мобильном телефоне.

Рис. 1

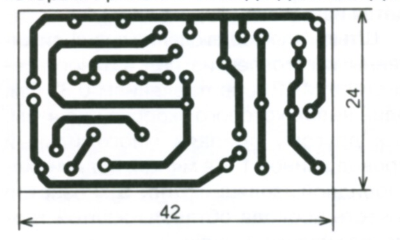
Поскольку аккумулятор практически идеально размещался в мультиметре, осталось собрать стабилизированный преобразователь с выходным напряжением 8...9 В и габаритными размерами, позволяющими разместить его в батарейном отсеке. Схема преобразователя показана на **рис. 2**. Он собран на двух транзисторах по схеме несимметричного мультивибратора. В качестве нагрузки транзистора VT2 применён дроссель L1. Импульсы напряжения на коллекторе этого транзистора амплитудой 15 В и частотой следования 250 кГц выпрямляет диод VD1, а выпрямленное напряжение, сглаживаемое конденсатором С3, затем поступает на параметрический стабилизатор R5VD2. Напряжение 8,2 В поступает на колодку X1 (снятой с вышедшей из строя батареи типоразмера 6F22). Преобразователь обеспечивает ток, потребляемый мультиметром (до 4 мА). Для выключения питания преобразователя пришлось в левом нижнем углу мультиметра (**рис. 3**) установить выключатель SA1 (любой малогабаритный движковый). Места для него там достаточно. Наличие этого выключателя избавило от использования галетного переключателя мультиметра при его включении или выключении.

Рис. 2

В авторском варианте плата была изготовлена из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Она вырезана по размерам батареи 6F22, а фольга с помощью резака разделена на прямоугольные площадки, к которым припаяны выводы деталей. Для повторения радиолюбителями разработана печатная плата, чертёж которой показан на **рис. 4**. Применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидный конденсатор — импортный, остальные — керамические импортные, дроссель — ДПМ-0,1, стабилитрон — любой маломощный с напряжением стабилизации 6,5...9 В, так как мультиметр сохраняет работоспособность при снижении напряжения питания до 6 В. Пары вилка/гнездо XP1, XS1 и XP2, XS2 могут быть любыми, но чтобы исключить возможность неправильного подключения полярности, они должны быть разного диаметра. При зарядке аккумулятора вилки XP1 и XP2 отсоединяют от преобразователя и подключают к зарядному устройству. Применённый мною аккумулятор содержит контроллер зарядки/разрядки и его можно заряжать, подключив к ЗУ или блоку питания с выходным напряжением 5 В. Большинство аккумуляторов сотовых телефонов содержат такие контроллеры. А если аккумулятор без него, придётся изготовить зарядное устройство [2]. Контакты колодки X1 припаивают к двум жёстким Г-образным держателям из проволоки от металлической скрепки. Преобразователь размещают в батарейном отсеке мультиметра (**рис. 5**).



Рис. 3



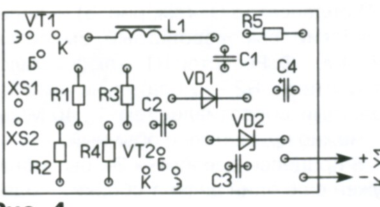


Рис. 4

Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. **Глибин С.** Питание мультиметра М-832 от двух аккумуляторов. — Радио, 2014, № 6, с. 21, 22.

2. **Медуховский Д.** Зарядное устройство для Li-Ion аккумуляторов. — Радио, 2013, № 11, с. 21, 22.



E-mail: mail@radio.ru



Звучит морзянка в Молодёжном...

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

В один из декабрьских дней прошлого года административное здание посёлка Молодёжный Наро-Фоминского района Московской области было полностью занято радиолюбителями, которые вывесили над ним флаг Московского областного отделения Союза радиолюбителей России. В зале заседаний Совета депутатов напевно звучала морзянка, из нескольких комнат слышался стук телеграфных ключей, а на мониторах компьютерного класса отображались специальные программы для работы телеграфом.

Так, впервые за последнюю четверть века проходили чемпионат и первенство Подмосковья по скоростной радиотелеграфии. В них приняли участие 52 спортсмена из четырёх районов Московской области, а также гости из Москвы. Состав участников соревнований был разновозрастным. Самому младшему едва исполнилось семь лет, а самому старшему совсем скоро исполнится 70. Большинство юных спортсменов впервые принимали участие в подобных соревнованиях, и для них, конечно, главным было участие. А за победу в своих возрастных группах боролись опытные спортсмены, входящие в состав национальной сборной.

Открыла соревнования Глава закрытого административно-территориального образования посёлка Молодёжный Ольга Туркова, которая напомнила участникам о славных традициях радиоспортсменов войсковой части 68527. В их числе несколько мастеров спорта, членов сборной команды Советского Союза разных лет.

В программу соревнований были включены все упражнения, предусмотренные правилами соревнований по скоростной радиотелеграфии: приём и передача цифровых, буквенных и смешанных радиограмм, а также два компьютерных упражнения — MorseRunner и RUFZ.

Участников было много, и соревнования проходили в течение восьми часов. Чтобы им хватило сил на всю программу соревнований, Совет ветеранов войсковой части 68527 организовал для спортсменов бесплатный обед в школьной столовой.



Юный радист Саша Куршаков из посёлка Молодёжный принимает радиограмму...

Для болельщиков, переживающих за свои команды, в Интернете была создана специальная страница, на которой один раз в час публиковались текущие результаты участников.

Организовать такие массовые соревнования стало возможным, собрав для участия в них как высококвалифицированных спортсменов, выступавших во всех видах программы и боровшихся за победу, так и начинающих первого года обучения, изучивших пока только цифры и выступавших в единственном виде программы — передаче цифр.

Отличные результаты показала команда хозяев соревнований — Наро-Фоминского района. Воспитанники педагога дополнительного образования Олега Преловского (UA5B) были лучшими в командном зачёте. Отличились Артём Мелькин, показавший лучшие результаты в приёме и передаче, Ксения Емельянова, Елизавета Ивахненко. Совсем немного отстала от победителей команда Домодедово, возглавляемая педагогом дополнительного образования ДМЦ "Альбатрос" Владимиром Шевелкиным (R2DEW). Лучшими в этой команде стали Юра Авагян, Владимир Счастливцев, Филипп Адильшин. В команде Серпуховского района, занявшей третье место, отличный результат показала Кристина Гнедая. Очень уверенно смотрелись новички — учащиеся структурного подразделения "Исток" ГБПОУ "Воробьёвы горы" из Москвы, с которыми работает педагог дополнительного образования Ирина Грачёва (RL3AX).

На торжественном закрытии соревнований победителям и призёрам были вручены медали Министерства физической культуры и спорта Московской области, а также командный кубок и кубки за лучшие результаты в упражнениях и дипломы. Но самым главным итогом соревнований стала атмосфера прекрасного организованного спортивного праздника, откуда молодёжь возвратилась с большим желанием продолжать свои занятия скоростной радиотелеграфией. Многочисленные школьники, присутствующие на соревнованиях в качестве зрителей, теперь знают, куда можно прийти, чтобы научиться принимать и передавать морзянку.

Соревнования были организованы местным отделением СРР по Наро-Фоминскому району (руководитель Сергей Иванов — UI3D). Поддержку ему оказали администрация посёлка Молодёжный, Совет ветеранов в/ч 68527, Комитет по делам молодёжи и спорта

(Окончание см. на с. 62)



НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНАХ



YL-OM CONTEST 2016

В этом году соревнования будут проходить 12 марта с 7 до 9 UTC телефоном (SSB) и телеграфом на любительских диапазонах 20 и 40 метров. В телеграфе общий вызов для радиостанций YL — TEST OM, а для радиостанций OM — TEST YL. Для всех зачётных групп есть только смешанный многодиапазонный зачёт.

В целом положение о соревнованиях этого года повторяет прошлогоднее. Но мы приглашаем, естественно, и мужчин поддержать эти соревнования. Все участницы соревнований получат электронные дипломы на электронные адреса, указанные в отчётах. В "мужских" группах электронными дипломами будут отмечены те, кто войдёт в десятки сильнейших.

Электронные отчёты надо выслать не позднее, чем через две недели после окончания соревнований. Их можно загрузить через WEB-интерфейс **ua9qcq.com** или выслать по адресу <**contest@radio.ru**>. Бумажные отчёты (это новое) надо выслать в адрес редакции практически сразу после завершения контеста — в зачёт из них смогут попасть только те, что поступят до завершения судейства.

Мемориал А. С. Попова 2016

В этом году мемориальные соревнования, посвящённые памяти Александра Степановича Попова, будут проходить с 5 до 9 UTC 19 марта. Соревнования проводятся CW и SSB на диапазонах 10, 15, 20, 40 и 80 метров. Зачёт в них только многодиапазонный.

В целом положение о соревнованиях этого года повторяет прошлогоднее. Отчёты надо выслать не позднее, чем через две недели после окончания соревнований. Электронные отчёты можно загрузить через WEB-интерфейс **ua9qcq.com** или выслать по адресу <**contest@radio.ru**>. Бумажные отчёты надо выслать в адрес редакции практически сразу после завершения контеста — в зачёт из них смогут попасть только те, что поступят до завершения судейства.

Радиостанции музеев, связанных с деятельностью А. С. Попова, будут передавать в контрольном номере не средний стаж операторов, а цифру 157 (столько лет прошло со дня рождения Александра Степановича).

Напоминаем, что, помимо наград от редакции журнала для победителей по зачётным группам этих соревнований, есть ещё награды (памятные плакетки) от Минкомсвязи России и ФГУП "ГРЧЦ". Их обладателями станут победители по федеральным округам — операторы станций с несколькими операторами и с одним оператором, работавшие как телеграфом, так и телефоном. Награждение по федеральным округам выравнивает условия для всех соревнующихся, но особенно важно для радиолюбителей Восточной Сибири и Дальнего Востока. Ведь быть лучшим надо уже не во всей стране, а только в пределах своего округа. Практика последних лет показывает, что в некоторых федеральных округах, к сожалению, бывают представлены не все зачётные группы для этого награждения.

Бумажные отчёты

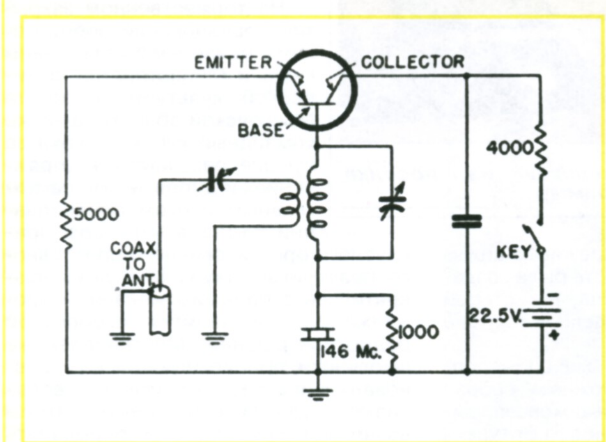
Журнал "Радио", проводя по большей части скорее дружеские (неофициальные) соревнования, видимо, последним отказывается от бумажных отчётов участников. Многие годы наша позиция была обусловлена желанием дать возможность посоревноваться и "физкультурникам" — тем коротковолновикам, которые не прочь поработать в контестах, но не готовы бросать все силы и средства на реализацию жёстких требований официальных соревнований.

Но научно-технический прогресс делает своё дело, и уже у большей части наших коротковолновиков, интересующихся контестингом, появилась возможность отправлять электронные отчёты. А ожидание организаторами возможного поступления бумажных отчётов серьёзно затягивает подведение итогов и вызывает справедливые нарекания спортсменов.

В этом году мы будем ещё принимать бумажные отчёты, но сократим временной интервал после соревнований, в пределах которого они будут идти в зачёт. ■

Самый первый транзисторный...

В 1953 г., когда транзисторная техника делала только первые шаги, американский коротковолновик K2AH сделал на экспериментальном точечном транзисторе фирмы RCA микропередатчик на частоту 146 МГц. По оценкам автора,



выходная мощность была всего около 10 мкВт. Кварцевый резонатор на частоту 16 МГц возбуждался в нём на девятой гармонике. При использовании на передачу 12-элементного волнового канала удалось передать его CW-сигнал на расстояние в 20 миль! Второй участник эксперимента (W2UK) принимал сигнал с RST 559.

QST, 2015, № 3, p. 50, 51

По островам Белого моря

Василий СУХАНОВ (RA1ZZ/3), г. Москва

Подготовкой к этой экспедиции мы начали заниматься с января прошлого года. Василий (R7AA) проработал маршрут экспедиции, а я приступил к разработке экспедиционного WEB-сайта. Были оформлены три специальных позывных — RI1PC, RI1PT и RI1PK.

На яхте "Возвращение" мы должны были пройти по Белому и Баренцеву морям около 800 км с высадкой на островах. Но чем больше мы общались с бывалыми экспедиционерами, которые уже ходили по этому маршруту, всё больше убеждались, что положительный исход экспедиции под большим вопросом.

В связи с этим мы решили проработать альтернативный вариант маршрута. Нам удалось выяснить, что в небольшом посёлке Индига, расположенном на побережье Баренцева моря в 30 км от острова Тиманец, есть аэропорт. Самолёт АН-2 местных авиалиний летает из Архангельска в Индигу раз в неделю. Я стал посещать различные социальные сети и пробовать выйти на контакт с жителями посёлка. Спустя некоторое время удалось связаться с жителем этого посёлка Евгением Малыгиным — владельцем небольшого катера ALFA-540. После объяснения наших целей и задач по телефону и по переписке Евгений согласился доставить нас на острова Тиманец и Чаячий за плату в сто тысяч рублей. Этот вариант очень экономил наше время, снижал риски, но значительно увеличивал общий бюджет экспедиции.

Евгений согласился выделить нам свой бензогенератор на 2,7 кВт, а также кастрюлю, кувалду, канистры и прочие вещи, которые везти с собой было бы очень накладно. С бензином в Индиге, к сожалению, большие проблемы, поэтому нам необходимо было приобрести его заранее и отправить транспортной компанией по морю вместе с основным габаритным и тяжёлым грузом. В этом нам очень помогли Иван (UA1OND) и его супруга Елена, которая работала в транспортной компании "Транс НАО".

Изменился и первоначальный состав экспедиции — Алексей (RA1QY) и Сергей (R1OO) вынуждены были по сложившимся обстоятельствам отказаться от участия в ней. Их место заняли мои старые товарищи Александр (RA3AV) и Алексей (RW3QNZ).

В июне, после того как сошёл лёд и открыли навигацию, мы отправили груз в Архангельск Павлу (RT1O). Сергей (R1OO) одолжил на время экспедиции свой бензогенератор 1,3 кВт (как резервный) и снабдил нас кое-какими продуктами (консервы, макароны, крупы). Иван (UA1OND) купил двухсотлитровую бочку бензина и вместе с остальным оборудованием отвёз в транспортную компанию "Транс НАО". Судно с оборудованием должно было прийти в Индигу за неделю до нашего прилёта, и Евгений согласился принять и сохранить груз у себя до нашего прибытия.

***Продолжение.
Начало см. на 3-й с. обложки***

Определились мы с антеннами и аппаратурой. В связи с экстремальными погодными условиями, маленькой площадью островов, невозможностью нормально закрепить оттяжки в скале, а также с большими затратами на транспортировку груза было принято решение в этот раз не брать с собой направленные вращающиеся антенны.



Мыс Корга. Зайцы здесь совсем не боятся присутствия человека.

В итоге мы остановились на следующем комплекте: три трансивера (IC-756PROIII, IC-7000 и "в запас" IC-7200), усилитель AMELITRON AL-811, самодельный транзисторный усилитель 1 кВт, самодельный ламповый усилитель 500 Вт (в "запас"), два траповых вертикала на диапазоны 40—10 метров и двойную дельту на диапазон 20 метров на пластиковых мачтах.

Естественно, трансиверы мы не отправляли транспортной компанией, а везли с собой. Два усилителя (транзисторный и ламповый самодельные) также пришлось везти с собой, так как не было возможности подготовить их к отправке с основным грузом.

Билеты до Архангельска приобрели заранее (R7AA и RW3QNZ — на самолёт, а RA3AV и RA1ZZ — на поезд), но до Индиги билеты продавались только за две недели до вылета, и мы очень переживали по этому поводу. Так как самолёт летает лишь раз в неделю, было бы очень обидно, если вдруг окажется, что билетов нет (посадочных мест в салоне "кукурузника" всего восемь, т. е. ровно половину салона должна занять наша команда). Вовремя удалось выяснить, что, оказывается, даже ровно за две недели билетов в кассе могло не оказаться. Для того чтобы обезопасить себя, надо встать "в очередь", позвонив "нужному человеку". Что мы и сделали.

За две недели до вылета Павел (RT1O) едет в аэропорт Васьково к "нужному человеку" выкупать билеты. Несмотря на договоренность, ему отдают только три билета, но обещают, что четвёртый билет будет вручён перед вылетом. Мы опять переживаем, но деваться некуда — только надеемся, что нас "не кинут".

Делаем очередной анонс экспедиции на новостных радиолюбительских сайтах. Очень приятно, что даже в трудное экономическое время и политическую ситуацию нас смогли поддержать многие радиолюбители как России, так и зарубежья. В связи с возросшими дополнительными расходами нам было бы нереально самостоятельно вытянуть это мероприятие, и наша команда очень благодарна всем, кто смог оказать посильную помощь в проведении экспедиции!

Остаётся неделя до старта. Вроде всё готово, все вопросы решены, в душе приятное волнение. Изучаем карту, анализируем погоду, собираем вещи. Но как гром среди ясного неба прозвучала новость из Архангельска — судно, на котором находится наш груз, задерживается с выходом в море на неопределённый срок. Конкретной информации о том, когда будет доставлено оборудование, никто предоставить не мог. Нам очень помогает Александр (RW3RN), который подключает свой административный ресурс. В этот же день руководство транспортной компании нашло возможность отправить наш груз другим судном. Правда, оно не будет заходить в Индигу, а встанет в устье реки. Евгению придётся

самостоятельно на своём катере забрать груз с борта.

15 июля встречаемся с RA3AV на Ярославском вокзале. Александру помог довезти все вещи Сергей (RU3BT). Проводник обратил внимание на большое количество нашего багажа и предложил пройти к весам для взвешивания. Удалось отшутиться — до отправления поезда оставалось всего пять минут.

Рано утром, 16 июля, на железнодорожном вокзале Архангельска нас встречают Иван (UA1OND) и Василий (R7AA), который прилетел за час до нашего приезда. Грузимся в машину к Ивану и едем в аэропорт Васьково, который расположен в двадцати километрах от Архангельска. Туда же подъезжает и Алексей (RW3QNZ), который прилетел на день раньше и ночевал в гостинице.

Чем ближе время вылета, тем больше народу становилось в аэропорту. Мы нервничали, потому что у нас не было одного билета, а "нужный человек" не спешил нам его приносить. Также мы переживали за значительный перевес по грузу и старались скомпоновать наш багаж так, чтобы меньше переплачивать. По информации, полученной по телефону от сотрудников авиакомпании, мы имели право бесплатно провести с собой ручную кладь 10 кг и 10 кг багажа. Ну и рассчитывали на общепринятые правила перевоза пассажиров для всех авиакомпаний — бесплатный пронос ноутбуков, фотокамер и одежды. Имея некоторый опыт перелётов с кучей вещей, пытаемся применить небольшую хитрость — в сумки с ноутбуками запихиваем как можно больше тяжёлых вещей.

Оказалось, что такой трюк здесь не пройдёт. Все вещи, в том числе и ручную кладь, заставили положить на весы в общую кучу, и общий вес багажа поделили на четверых. Ни времени, ни желания спорить у нас не было. К тому же мы до сих пор оставались без одного билета для RW3QNZ. Да и сам Алексей отсутствовал — уехал искать ближайший банкомат в соседнем посёлке, так как мы выяснили, что в Индиге банкоматов нет.

Кроме нас, на посадку прошли ещё восемь человек, из них три ребёнка. Вот все пассажиры уже в автобусе, ждут только нас, а Алексея всё нет и нет билета для него. "Тянем резину" на пункте досмотра, делаем вид, что переупаковываем оборудование. Сотрудница аэропорта уже кричит на нас и силой пытается выпроводить из пункта досмотра. В самую последнюю минуту появляется Алексей, получает билет, и мы запрыгиваем в автобус.

Вместе с пилотами распихали наши вещи в салоне самолёта под скамейки. Дверь в кабину пилотов была открыта, и мы внимательно наблюдали за их действиями. Я впервые летел на АН-2. Оторвались от земли очень плавно, но адреналин зашкаливал. Самолёт сильно перегружен. С другой стороны, мы летим над тайгой, и самолёт сможет спланировать и сесть практически в любом месте. Тревожные мысли не покидали меня на всём протяжении полёта.

Мы сделали промежуточную посадку в селе Мезень для дозаправки. Немного размяли ноги. Здесь было уже гораздо холоднее, чем в Архангельске, около десяти градусов. Несмотря на присутствие взлётно-посадочной полосы, самолёт садился рядом с ней на поле. Скорее всего, пилоты так делают для того, чтобы меньше истирались шины шасси, но это лишь наше предположение.

Через четыре часа в иллюминаторе показался посёлок Индига. К нашему великому разочарованию оказалось, что в посёлке работает только один оператор сотовой связи — МТС. Ни у кого из нашей команды не было SIM-карты этого оператора. Прошу одного из пассажиров дать позвонить — Евгений уже на месте.

"Кукурузник" мягко сел, по традиции, рядом с взлётно-посадочной полосой. Возле самолёта было несколько встречающих на квадроциклах — это самый распространённый вид транспорта в посёлке. Среди них мы сразу обнаружили Евгения. Грузим наши вещи в багажник к Евгению и едем к зданию аэровокзала за билетами в обратный путь. Это необходимо было сделать именно сегодня, ровно за две недели до вылета, так как потом их могло не быть.

Погода очень плохая. Холодно, сильный ветер и даже на реке есть волна. Сразу понятно, что сегодня мы на остров не попадаем. К тому же Евгений ещё не забрал наш груз с судна, которое стоит в устье реки всё по той же причине.

Едем к Евгению домой. Его супруга Ирина накрывает на стол. Хозяева угощают нас свежесолёной сёмгой и варёной олениной. Звучит тост за прибытие. Далее Евгений отвозит нас (ГИБДД в посёлке нет) к причалу, и мы пробуем договориться с капитанами судов, которые стоят в Индиге, сходить забрать наш груз. Возможно, что кто-нибудь из них согласится доставить нас до Тиманца, так как Евгений отказывается при такой погоде выходить в море на своём катере. Насчёт груза удалось договориться, и мы с Василием отправляемся в первое в этом году небольшое плавание за ним по реке Индига к Баренцеву морю.

Через три часа мы возвратились с нашим грузом в Индигу. Бензин и всё оборудование оставляем прямо на причале под присмотром капитана судна и берём с собой только самое необходимое — тёплые вещи, куртки, сапоги.

Также удалось предварительно договориться о высадке нас на Тиманец с судном, которое на следующий день утром должно будет уйти на восток от Индиги. Жизнь налаживается.

Евгений селит нас в доме своего отца, который сейчас находится в Архангельске. Кроватей на всех не хватает, и мы располагаемся на полу на спальниках — привыкаем к полевым условиям.

На следующее утро погода опять не радует. Капитан судна, с которым мы вчера договаривались о высадке нас на остров, вдруг поменял своё решение, аргументировав это тем, что не хочет брать на себя ответственность. На море — шторм, и, если не удастся высадиться на остров, нам придётся вместе с судном плыть дальше до Нарьян-Мара. Это в наши планы не входило.

Прогноз погоды на ближайшие дни неутешительный, и Евгений уверяет нас, что высадка на остров невозможна без большого риска для жизни. Он настаивает на том, чтобы переправить нас на мыс Корга у выхода из залива. С мыса мы сможем контролировать состояние моря, так как остров Тиманец будет находиться в прямой видимости. Что делать, соглашаемся. Придётся какое-то время провести на мысе и ждать у моря погоды.

Пакуем все вещи и разливаем бензин из двухсотлитровой бочки по сорокалитровым канистрам. Грузим всё к Евгению в катер и размещаемся сами. Катер загружен "под завязку". Чем ближе мы подходили к морю, тем силь-



На мысе нашлось временное и сравнительно "цивильное" жилище.

нее ощущали волну. Катер на большой скорости подпрыгивал, нас захлёстывало волной, и по лицу текли струйки солёной морской воды.

Евгений причалил к берегу мыса Корга в трёхстах метрах от деревянного домика. Нас встретило семейство зайцев, которые живут неподалёку в подвале обвалившейся постройки. Они нас не боятся и разрешают приблизиться почти вплотную.

Перетаскиваем оборудование к дому и поднимаемся на песчаный холм, с которого открывается вид на море. Хорошо просматривается Тиманец — он от нас на расстоянии примерно 15 км. Евгений констатирует, что при такой волне мы не можем отправиться на остров, и покидает нас.

Первым делом наводим порядок в нашем временном пристанище — ведь неизвестно, сколько нам придётся провести здесь времени. Чтобы как-то отвлечься от пока не совсем удачного начала экспедиции, ставим антенны и разворачиваем одно рабочее место. Прохождение есть, антенна работает неплохо, и нас хорошо зовут. Работаем своими позывными /1. В логе много знакомых позывных, многие интересуются, как у нас дела, поддерживают и подбадривают нас.

На улице прохладно, около 5...7 °C, но в домике есть печка, и нам довольно комфортно. Есть даже колодец с пресной водой, правда, вода в нём цвета вторично заваренного чая. Иногда в ведре вместе с водой доставали из колодца мёртвых птиц и мышей, но старались не обращать на это внимание. Альтернативы всё равно не было — запас покупной минералки уже кончился.

Следующий день в плане погоды не принёс ничего хорошего. Постоянно на связи Михаил (UA1QV), который в ущерб своим личным делам, следит за погодой в Интернете по сводкам ближайших метеостанций и оперативно сообщает нам об изменениях, так как Интернет у нас полностью отсутствует. Мы же каждый час ходим на берег моря и наблюдаем за его состоянием. Если присутствуют гребешки, попытка высадиться на остров бессмысленна. А они, к сожалению, есть.

Пробуем поставить ещё одну антенну Александра — двойную вертикальную дельту на 20 метров. По сравнению с вертикалом разница ощутима.

Стараемся как-то развлечься и не переживать по поводу необходимости сидеть на берегу вместо того, чтобы активировать острова. Некоторые даже пробуют искупаться. Василий собрал немного морошки, прогулявшись вглубь мыса. Кто-то постоянно сидит за трансивером. Устроили даже мини-соревнования между собой, кто больше наберёт очков по числу QSO с учётом множителя — страны по DXCC на разных диапазонах.

Наконец ветер стал стихать и море постепенно успокаиваться. То же самое подтверждает Михаил (UA1QV) — он анализирует температуру, скорость и направление ветра, перемещение циклонов. Связываемся с Евгением и договариваемся с ним через несколько часов прийти за нами и сделать попытку высадки на Тиманец. Сворачиваем антенны, оборудование. Набираем в баки воды из колодца, перетаскиваем вещи на берег, к месту посадки.

Через час прибыл Евгений. Решили, что первыми на взятие острова отправятся R7AA и RW3QNZ. Мы с Александром продолжали паковать оставшееся оборудование и относить на берег.

Через два с лишним часа показался знакомый катер. Каким же было наше разочарование, когда мы увидели в нём не только Евгения, но и Василия с Алексеем. Как рассказали ребята, высадиться на остров невозможно. Несмотря на отсутствие волны, у острова есть накат около метра-двух. С учётом того, что остров представляет собой скалистый выступ в море с практически отвесным берегом, выгрузиться на него нереально без большого риска утопить оборудование или утонуть самим. Надо ждать как минимум сутки (пока море не успокоится) и искать резиновую лодку.

Что делать, тащим опять всё оборудование к домику. Евгений принял приглашение немного посидеть с нами и обсудить дальнейшие планы, а также финансовые вопросы. Мне было не совсем понятно, почему Евгений, бывавший неоднократно на Тиманце (причём в одиночку, перегружая тяжёлые аккумуляторы), в многочисленных беседах по телефону и переписке не предупреждал нас о том, что мы, вероятно, столкнёмся с большими сложностями и вероятность попасть на остров крайне мала. Не понятно, как же ему это удавалось? Ведь в здешних краях большая удача, когда хорошая безветренная погода может простоять несколько дней подряд.

Евгений сейчас общался с нами совсем по-другому. Он не хотел больше делать попыток высадки, объясняя это тем, что высадиться при такой погоде невозможно — боится разбить лодку. А также боится, что мы потонем и за это придётся отвечать ему. Мы переживали за свои жизни меньше, чем он, и уговорили Евгения сделать ещё одну попытку на следующий день или через день в надежде, что море успокоится. Евгений обещал найти в посёлке резиновую лодку.

Следующий день особой надежды не вселял. Опять стал подниматься ветер, опять мы наблюдаем белые гребешки на море со стороны острова. Уже стало понятно, что нам не удастся активировать два острова, но на один остров мы должны высадиться во что бы то ни стало. Внимательно разглядываем карту, и в очередной раз вспоминаем слова Михаила (UA1QV). Он говорил о том, что западнее Индигского залива, возле мыса Чаичий, есть два небольших острова — Малый Чаичий и Большой Чаичий. Евгений это подтвердил, более того, он не раз ездил на Большой Чаичий и готов нас высадить туда. Благо остров находится гораздо ближе к берегу и, несмотря на то что он также представляет собой скалу, торчащую из воды, у него есть пологий берег.

Мы попросили Евгения (RZ3EC) и Юрия (UA9OBA) связаться с Рождером (G3KMA), менеджером международной островной программы IOTA, и отправить заявку на включение этого острова в список IOTA, так как этот остров также не был активирован ранее. Мы оставили этот вариант на тот случай, если и со второй попытки нам не удастся покорить Тиманец.

Роджер ответил очень оперативно. Как он сообщил, после экспедиции мы, чтобы она была засчитана, должны будем представить в IOTA комитет следующие материалы:

— фотографии острова;

— фотографии координат с GPS-устройства с ближайшего к берегу края острова во время прилива и во время отлива;

— фотографии острова с берега в самой ближней точке к острову во время прилива и во время отлива;

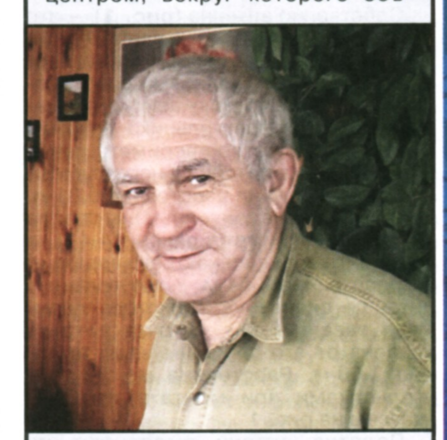
— карту с названием острова.

В том что остров Большой Чаичий удовлетворяет требованиям IOTA программы, мы не сомневались. Мы были вооружены GPS-навигатором, фотокамеры также имелись в достатке. Единственная проблема, что на тот момент у нас не было карты, на которой отмечен этот остров с названием, но мы надеялись заполучить её по возвращению.

(Окончание следует)

SK

Замолчала радиостанция Георгия Грищука (EU1AB, ex UC2AAB). Всю жизнь он посвятил радио и дал путёвку в эфир многим радиолюбителям, никому не отказывал в помощи и был притягательным центром, вокруг которого объ-



единялись фанаты радио. Мастер спорта СССР международного класса, чемпион и призёр многих чемпионатов Георгий был выдающимся ультракоротковолновиком, с 1979 г. по 1984 г. входил в сборную УКВ-команду страны.

Фото — с сайта qrz.ru

Походная трёхдиапазонная "дельта"

Дмитрий ИНОЗЕМЦЕВ (UA1ZKI), г. Мурманск

В последнее время коротковолновики часто выезжают в различные экспедиции по родному краю и берут с собой любительскую радиостанцию. Причём в предполагаемых местах работы далеко не всегда имеются деревья для установки простых проволочных антенн, а вести с собой антенные мачты — это заметная дополнительная весовая нагрузка. Мурманские радиолюбители разработали простую антенну, для установки которой используется рыболовное удилище.

Эта трёхдиапазонная "дельта" была разработана для выездной работы. От предыдущей однодиапазонной версии, описанной в [1], она также отличается большей высотой подвеса и способом установки.

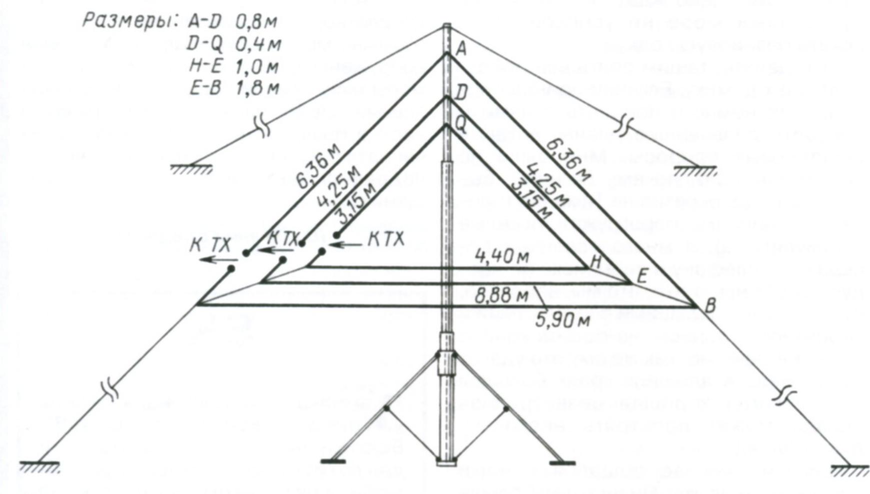


Рис. 1

Собственно антенна (**рис. 1**) — это вписанные друг в друга диапазонные треугольники с питанием по коаксиальному кабелю с волновым сопротивлением 50 Ом, подключаемому в один из катетов. У треугольника антенны диапазона 20 метров периметр равен 21,6 м, а точка питания у него удалена от его вершины на расстояние 5,31 м. У треугольника антенны диапазона 15 метров периметр равен 14,4 м, а точка питания удалена от его вершины на расстояние 3,54 м. У треугольника антенны диапазона 10 метров периметр равен 10,7 м, а точка питания удалена от его вершины на расстояние 2,63 м. Расстояния между треугольниками при монтаже антенны указаны на рис. 1.

Полотна антенн выполнены из монтажного одножильного провода сечением 0,5 мм^2 в ПВХ-изоляции. Концы полотен с помощью напаянных наконечников и болтов М4 прикреплены к стеклотекстолитовым пластинам (**рис. 2**) с установленными на них разъёмами PL-239 для подключения коаксиальных кабелей питания. Углы полотен связаны между собой рыболовным капроновым шнуром марки "Danline" диаметром 3 мм, стойким к растяжению и ультрафиолету. Чтобы форма антенны оставалась неизменной, после примерки на земле в углах крепления завязаны "мёртвые" узлы.

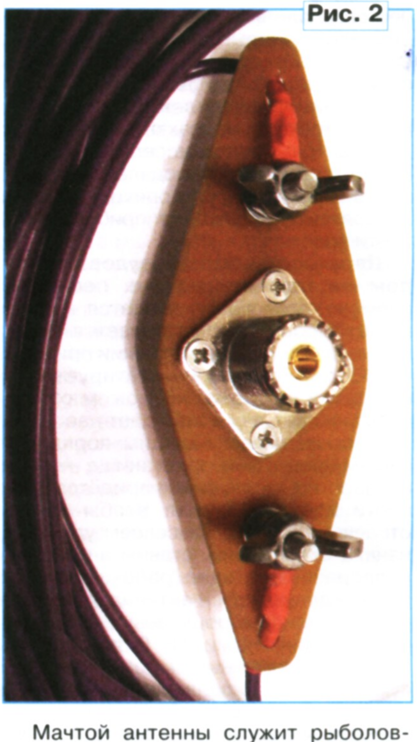


Рис. 2

Мачтой антенны служит рыболовное удилище длиной 9 м из стеклопластика. Наверху мачты закреплено текстолитовое кольцо, к которому, в свою очередь, с помощью заводных колец из рыболовного магазина крепится блок для троса и карабины для двух оттяжек. Капроновый шнур, которым связаны вершины всех треугольников, пропущен через блок, и его нижний конец крепится к штативу-треноге. Нижние углы треугольников также растягиваются шнуром и закрепляются за ветви кустов или колышки для туристической палатки.

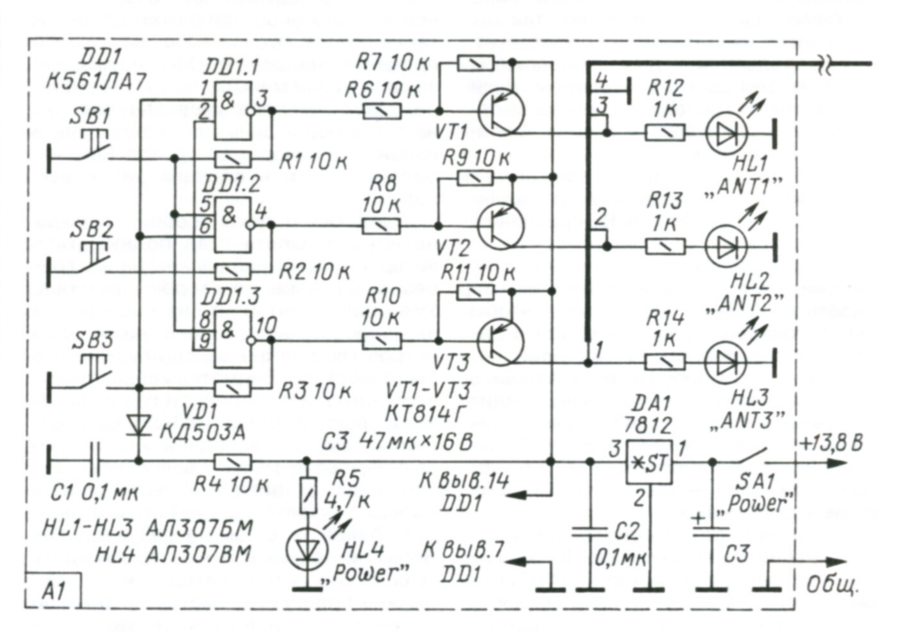


Рис. 3

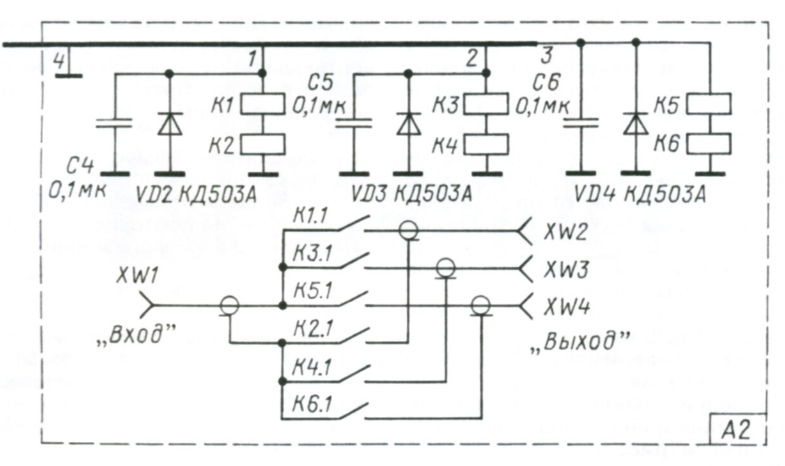


Рис. 4

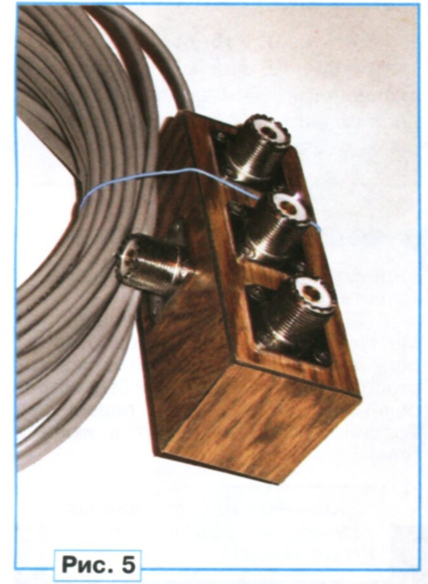


Рис. 5

После подъёма на мачту и растяжки полотна антенны проводится настройка в резонанс всех трёх антенн. Длину треугольников антенн надо изначально взять несколько большей, чем приведено в начале статьи, так как отрезать излишек проще, чем припаять недостающее. КСВ антенн — не более двух-трёх в зависимости от диапазона. В процессе настройки также выяснилось, что резонансные частоты антенн зависят от подстилающей поверхности. На берегу солёного моря он стремится вниз, а на гранитной сопке — вверх. Например, для диапазона 20 метров изменение частоты резонанса составило более ±250 кГц (13860...14380 кГц) при расчётной частоте 14120 кГц! Встроенный в трансивер антенный тюнер, конечно, без труда с этим справлялся.

Основной проблемой при разработке этой антенны была система коммутации треугольников. Переключатель (например, ручной механический) на три положения может быть расположен и в шэке, но тогда надо тянуть к антенне три кабеля. А это лишний вес в экспедиции! К тому же для рамочных антенн требуется переключать не только центральные проводники, но и оплётки. Выбегать из палатки и переключать разъёмы у единственного кабеля тоже не выход, да и потеря времени. Подходящие промышленные коммутаторы мне не попадались, и выход виделся один — самому сконструировать и изготовить переключатель под свою конкретную задачу!

С требованиями к нему я определился сразу: кнопочный, квазисенсорный с блокировкой и взаимовыключением. Для пульта управления переключателем приглянулся корпус от старого dial-up модема. Его светодиоды сменили назначение — они теперь индицируют не только включение коммутатора, но и подключённую в данный момент антенну.

За основу коммутатора была взята схема трёхстабильного триггера на микросхеме DD1, описанного в [2], дополненная транзисторными ключами VT1—VT3 и стабилизатором напряжения питания на микросхеме DA1 (**рис. 3**).

Релейный блок коммутации антенн (**рис. 4**) выполнен в отдельном корпусе, который спаян из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита и оклеен декоративной плёнкой (**рис. 5**). Управляющий кабель — витая пара 4×2 для компьютерных вычислительных сетей UTP-5e длиной



Рис. 6

около 15 м. Для предотвращения наводок и ложных срабатываний на один из концов кабеля надета ферритовая трубка от сигнального кабеля компьютерного монитора. Катушки реле с той же целью зашунтированы конденсаторами. Реле K1—K6 — 882N-1CP-S (китайской фирмы SONG CHUAN) на рабочее напряжение 5 В с одной группой нормально разомкнутых контактов. Вся конструкция рассчитана на питание от автомобильного аккумулятора или блока питания трансивера.

В отличие от предыдущей конструкции [1], где для фиксации основания мачты антенны использовался наезд колесом автомобиля на крепёжную площадку, здесь был использован штатив-тренога, что исключило "автозависимость" антенны.

Штатив изготовлен из сантехнической ПВХ-трубы длиной 150 см с внутренним диаметром 50 мм и пробкой в раструбе, двухраструбной муфты, а также старых дюралюминиевых лыжных палок. В раструбе муфты просверлены три отверстия под 120° и установлены мебельные петли. Выступающие с внутренней стороны винты петель сточены напильником. Лыжные палки со стороны рукояток отпилены на необходимую длину, затем этой же стороной надеты на шарнир петли и зачеканены керном. Для фиксации муфты в развёрнутом положении треноги в ней и трубе просверлены соосно сквозные отверстия диаметром 5 мм, в которые вставляется гвоздь "сотка". К этому же гвоздю крепится фал, которым поднимается вся конструкция из треугольников.

Оттяжки из пропиленового шнура намотаны на мотовильце, изготовленное из отрезка ПВХ-кабель-канала сечением 15×25 мм. В него помещается весь капроновый шнур-оттяжка и не путается. Каждая нога штатива усилена дополнительной направляющей. Конструкция треноги представлена на фотографии (**рис. 6**).

Порядок установки антенны такой. Сначала раздвигают треногу, потом мачту, предварительно надев на неё текстолитовое кольцо с заводными кольцами, к которым крепятся карабины с капроновыми шнурами оттяжек и блок. Пропускают фал через блок и поднимают антенну. Коллеги держат оттяжки. Подняв треугольники, расправляют их, помощник один угол натягивает, отходя от мачты, я — синхронно другой, крепим или заглубляем колышки. Подключаем кабели, ослабляя и натягивая оттяжки, равняем по вертикали мачту, чтобы сильно не гнулась в сторону. Время полного развёртывания занимает не более получаса.

С этой антенной были предприняты несколько поездок по местам боёв времён Великой Отечественной войны на Кольском полуострове, по островам Баренцева и Белого морей.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Иноземцев Д.** Походная "дельта" на 14 МГц. — Радио, 2014, № 12, с. 55, 56.

2. **Бирюков С. А.** Цифровые устройства на МОП-интегральных микросхемах. — М.: Радио и связь, 1990. 128 с.; ил. (Массовая радиобиблиотека, вып. 1132).

Обратная связь

В статье **В. Рубцова** "Кварцевый гетеродин КВ-приёмника", опубликованной в № 12 за 2015 г., номинал резистора R2 на рис. 1 должен быть 47 кОм.

Звучит морзянка в Молодёжном...

(Окончание. Начало см. на с. 55)

Наро-Фоминского района Московской области, Молодёжный комплексный центр Наро-Фоминского района.

Отдельная благодарность ветеранам радиоспорта: спортивным судьям всероссийской категории Анатолию Сидорову и Михаилу Бурову, мастерам спорта Александру Жданову, Анатолию Пхиденко и Фёдору Десятову, а также спортсменам-скоростникам Александру Андрееву, Вячеславу Анасенко, Андрею Елисееву, Юрию Луговскому, Константину Сонину и Андрею Качанову, выступившим в качестве судей.

В 2016 г. чемпионат и первенство Московской области по спортивной радиопеленгации в апреле снова состоятся в Молодёжном. Они будут отборочными для участия в первенстве России, которое пройдёт в июне в Пензе.



Команда из Домодедово заняла в соревнованиях второе место.

MFJ-259 — гетеродинный индикатор резонанса

С распространением аппаратуры для любительской радиосвязи заводского изготовления всё меньше и меньше коротковолновиков и ультракоротковолновиков занимаются конструированием связной техники. "Самоделки" в основном сохранились в области несложной техники, в частности, QRP-аппаратуры, измерительной техники и усилителей мощности. И конечно, значительная часть радиолюбителей самостоятельно изготавливает и налаживает антенно-фидерное хозяйство своих радиостанций.

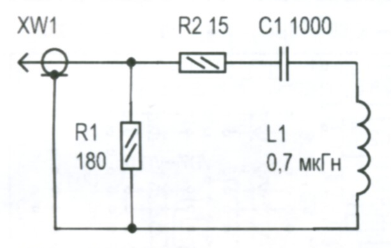


Рис. 1

Для этого нужны соответствующие контрольно-измерительные приборы. Многие проблемы в этой части радиолюбительского творчества решают получившие в последнее время антенно-фидерные анализаторы. Эти приборы, несомненно, хороши и удобны, но в любительской практике часто возникают более простые задачи, которые "в лоб" решить нельзя. Например, определить резонансную частоту обыкновенного LC-контура. Но это легко сделать, дополнив эти приборы несложными самодельными приставками. Всё остальное в них уже есть — это и широкополосный генератор с цифровым отсчётом частоты, и индикаторы состояния высокочастотной цепи.

Испанский радиолюбитель EA7AHG для настройки LC-трапов своей коротковолновой антенны изготовил простейшую приставку (Antena dipolo bands WARC. — Radioaficionados, 2013, Marzo, p. 14—16). Она превращает антенный анализатор MFJ-259 (и другие, ему подобные) в гетеродинный индикатор резонанса, что существенно сокращает время, которое необходимо для подгонки резонансной частоты трапов.

Схема этой приставки приведена на **рис. 1**. Её подключают к выходному разъёму анализатора, подносят катушку связи L1 к колебательному контуру (в данном случае — трапу) и, перестраивая частоту генератора анализатора, определяют резонансную частоту колебательного контура.

Конструкция приставки схематично приведена на **рис. 2**. Для её изготовления нужен отрезок ПВХ-трубки длиной около 10 см и диаметром 16 мм. Один конец этой трубки закрепляют на штекере коаксиального разъёма PL-259. Внутри штекера размещают ("навесным монтажом") резисторы R1, R2 и конденсатор C1. Катушку связи L1 наматывают на другом конце трубки, на расстоянии около 5 мм от её края. Эта катушка содержит четыре витка провода в шёлковой изоляции (вроде отечественного ПЭЛШО). Намотка рядовая, сплошная. Выводы катушки пропускают внутрь трубки. Один из выводов катушки, левый по рис. 2, соединяют внутри штекера с конденсатором C1, а второй вывод — с корпусом разъёма.

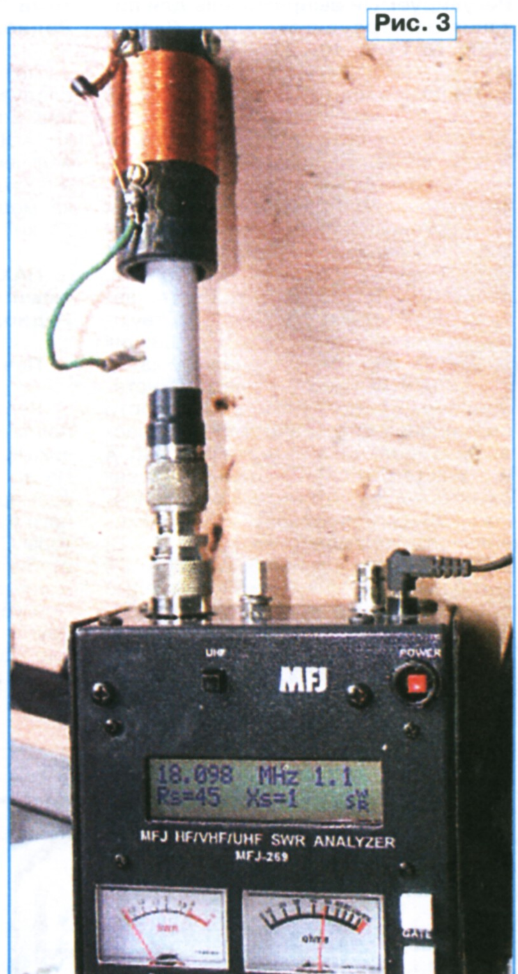


Рис. 3

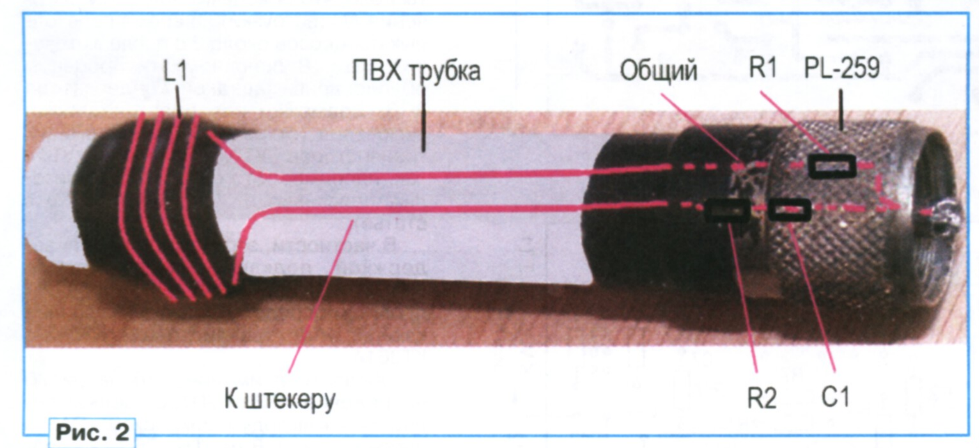


Рис. 2

На **рис. 3** показан антенный анализатор MFJ-259 с подключённой приставкой. Момент резонанса регистрируют по его приборам (аналоговому и цифровому), которые исходно показывают КСВ. Эти антенные анализаторы перекрывают широкий диапазон частот — до 150 МГц у MFJ-259 и даже выше в некоторых других моделях. В статье нет информации, в какой полосе частот можно использовать этот вариант приставки. Но маловероятно, что она работает корректно и в УКВ-диапазонах, например, на частотах любительского диапазона 2 метра. Автор применял её для настойки коротковолновой антенны, т. е. на частотах не выше 30 МГц. Если у радиолюбителя есть необходимость в подобной приставке для работы на более высоких частотах, её можно модифицировать — сделать её конструкцию более жёсткой и уменьшить индуктивность катушки L1.

Фирма MFJ выпускает набор сменных катушек MFJ-66, которые позволяют определять по такой же методике резонансные частоты LC-контуров. Катушки не содержат дополнительных элементов (как в этой приставке). Это осложняет процедуру измерения резонансной частоты, поскольку без них индикаторы анализатора (и цифровой, и аналоговый) просто "зашкаливают".

Материал подготовил
Б. СТЕПАНОВ

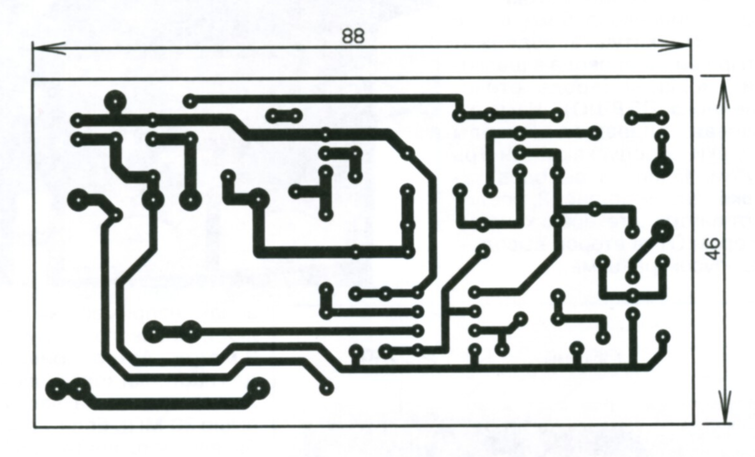
г. Москва

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00

МУРАДХАНЯН Э., ПИЛИПОСЯН Э. Регулируемый выпрямитель для питания электродвигателей. — Радио, 2006, № 11, с. 40—43.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов показаны на **рис. 1**. На ней расположены узлы управления выпрямителем. Плавкие вставки FU1 и FU2, крупногабаритные конденсаторы C2, C8, выпрямитель на мощных диодах VD5—VD7, тринисторы VS1 и VS2, резисторы R8, R9, R12, R20 устанавливают и монтируют соответствующим образом в корпусе подходящих размеров вне платы. Трансформатор T1, диод VD8 также на плате не установлены ввиду целесообразности применения оптотринисторов согласно рекомендациям авторов (см. рис. 4 и в тексте статьи). Оксидные конденсаторы — импортные; C3 — плёночный К73-17 или импортный на номинальное напряжение не менее 63 В; C5—C7 — керамические, для C6 и C7 группа по ТКЕ — не хуже X7R. С целью повышения надёжности работы резистор R13 следует установить с номинальной мощностью не менее 0,25 Вт.



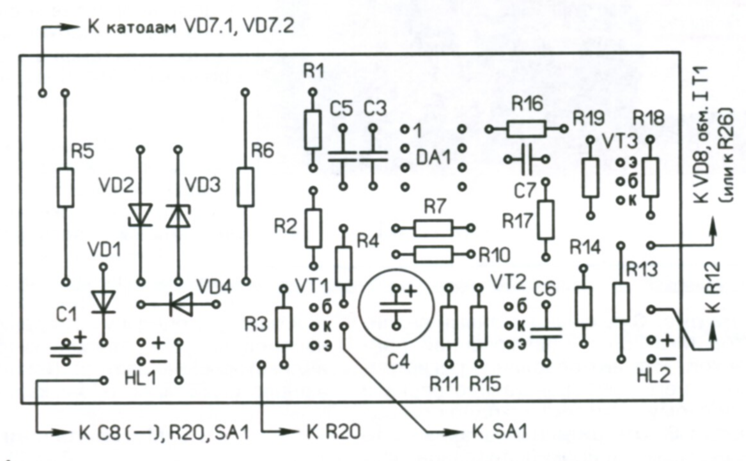


Рис. 1

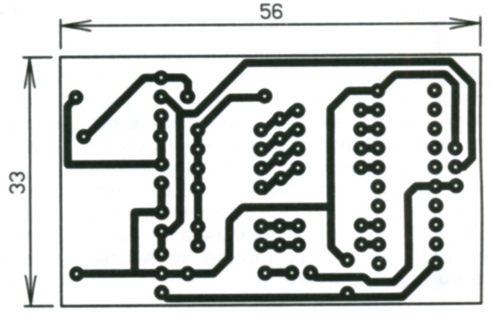
ДЕМЬЯНОВ А. Акустическая система "SEVINA" (VERNA 50A-003). — Радио, 2015, № 2, с. 7—11.

Пояснение к рис. 5 (стр. 10) следует читать: "На графиках рис. 5 представлены АЧХ головки AUDAX HM170MN0 на оси излучения и под углом 30 град., а также частотная характеристика модуля импеданса этой головки".

ПАХОМОВ А. Радиоуправляемый сетевой удлинитель. — Радио, 2014, № 7, с. 31—34.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов передатчика команд показаны на **рис. 2**. Из-за ограничения по высоте размеров корпуса телевизионного пульта оксидные конденсаторы C1 и C2, транзистор VT1 и стабилизатор напряжения DA1 монтируют параллельно плате. При установке транзистора VT1 другого типа обращайте внимание на расположение его выводов на корпусе. Например, у транзистора KTC9012 и подобных, заменяющих 2SA733, оно иное. Модуль U1 FS1000A подключают к плате через угловую розетку на плату PBS-3R (DS1024). Назначение контактов модуля: 1 — DATA, 2 — Ucc, 3 — GND.



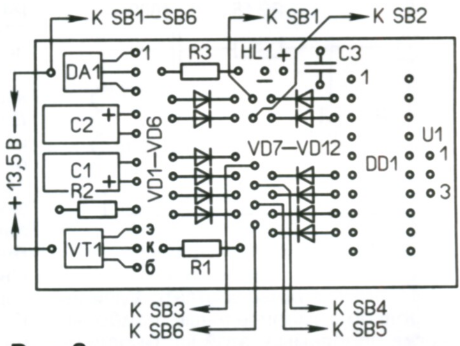


Рис. 2

ЛИТАВРИН А. МКУС в УМЗЧ с биполярными и полевыми транзисторами (универсальная структура). — Радио, 2015, № 10, с. 12—16; № 11, с. 7—9.

О подключении усилителя к АС.

Подключать АС к выходным клеммам на корпусе УМЗЧ следует через контакты реле, что обеспечит задержку включения АС (нагрузки) на время переходных процессов около 2 с после включения сети. В основном эти процессы обусловлены зарядкой конденсатора 2C6. Возможен и вариант задержки включения (открывания) управляющих транзисторов 3VT3, 3VT4 (4VT3, 4VT4), как, например, это сделано в усилителях, описанных в [1, 2] (см. ссылки в статье).

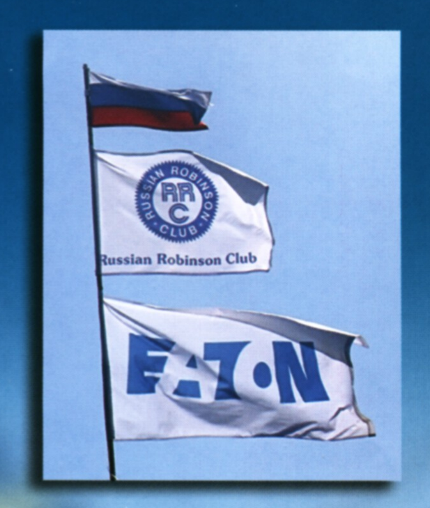
В частности, это можно сделать задержкой подключения резисторов 3R19, 3R20 или 4R19, 4R20 к общему проводу посредством двух электронных ключей на транзисторах КТ315А, КТ361А.

Обратите внимание, что на рис. 5 напряжение +5 В от VD1, C5 должно подаваться к выводу 7 микросхемы DA3, а напряжение –5 В от VD2, C6 — к выводу 4 DA3. Конденсатор C15 — 68 пФ. Диоды VD3—VD13 — BA591 (на схеме указаны VD1—VD13).

***От редакции.** Авторский вариант статьи имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/11/mkus_um.zip** на нашем ftp-сервере.*

По островам Белого моря

Василий СУХАНОВ (RA1ZZ/3), г. Москва





Наша команда — Александр Иванов (RA3AV), Василий Самай (R7AA), Алексей Прибылов (RW3QNZ) и Василий Суханов (RA1ZZ).

Программа диплома "Острова в эфире" (IOTA) у радиолюбителей по популярности лишь немного уступает программе диплома DXCC. Действительно, число стран и территорий мира заметно меньше числа островов на нашей планете, и ведущие коротковолновики мира уже практически "достигли потолка" по программе диплома DXCC, переработав с большинством стран. А новые страны в мире хоть и появляются, но очень редко.

Что же касается не освоенных радиолюбителями островов, то их осталось ещё немало, и до "потолка" в островной программе ещё далеко. Экспедиции на такие острова поддерживают дух соревнования у многих коротковолновиков. Ну а тех, кто выезжает в островные экспедиции, конечно, привлекает романтика путешествий, иногда в настоящую "ненаселёнку". А трудности и, порой, опасности, с которыми они сталкиваются, лишь укрепляют дух современных "робинзонов".

В публикуемой статье рассказывается об экспедиции на острова Баренцева моря, которая прошла в минувшем году.

(см. статью на с. 57)

Мы на острове. Точные координаты фотографируем с экрана GPS для зачёта по программе IOTA.

Высадка на остров и разворачивание нашего лагеря происходили под наблюдением "аборигенов".

Две рабочие позиции подготовлены, и сейчас в эфире прозвучит наш позывной RI1PT!